



AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA

Processo nº 01350.000529/2024-00

PLANO DE TRABALHO DO 3º TERMO ADITIVO DO TERMO DE EXECUÇÃO DESCENTRALIZADA Nº 000529/202024

AÇÃO 20VB: Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Formação de Capital Humano para o Setor Espacial Plano Orçamentário

PLANO ORÇAMENTÁRIO 0007: Desenvolvimento de Competências e Capital Humano para o Setor Espacial.

1. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADORA

a) Unidade Descentralizadora e Responsável

Nome do órgão ou entidade descentralizador(a): AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA - AEB

Nome da autoridade competente: RODRIGO LEONARDI

Número do CPF: ***.475.828-**

Nome da Diretoria/Coordenação/Unidade Responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED: Diretoria de Inteligência Estratégica e Novos Negócios

Identificação do Ato que confere poderes para assinatura: Decreto de 29 de junho de 2023, publicado em D.O.U. de 30 de junho de 2023, Edição: 123 | Seção: 2 | Página: 1

b) UG SIAFI

Número e Nome da Unidade Gestora - UG que descentralizará o crédito: 203001/20402 - Agência Espacial Brasileira - AEB

Número e Nome da Unidade Gestora - UG Responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED: Diretoria de Inteligência Estratégica e Novos Negócios

2. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADA

a) Unidade Descentralizada e Responsável

Nome do órgão ou entidade descentralizada: UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB

Nome da autoridade competente: ROZANA REIGONA NAVES

Número do CPF: ***.614.311-**

Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pela execução do objeto do TED: Instituto de Física

b) UG SIAFI

Número e Nome da Unidade Gestora - UG que receberá o crédito: 154040

Número e Nome da Unidade Gestora - UG Responsável pela execução do objeto do TED: 15257

3. OBJETO

Sob Coordenação do Prof. Dr. José Leonardo Ferreira e vice coordenação do Prof. Dr. Rodrigo Andrés Miranda Cerda, esse Termo de Execução Descentralizada (TED) tem como objetivo fomentar um projeto de desenvolvimento de tecnologias e competências, com apoio a formação de capital humano e disseminação de conhecimento no setor da propulsão elétrica espacial. O projeto será conduzido em 14 meses e realizado sob a coordenação do Universidade de Brasília (UnB) em colaboração com o INPE e outras universidades como a UFSC. O projeto terá sete metas a serem alcançadas, sendo três eventos de capacitações voltadas para a comunidade de propulsão elétrica no Brasil e uma meta de desenvolvimento tecnológico, sendo essas:

1. Meta 1: Revisão Bibliográfica;
2. Meta 2: Levantamento e Especificação de Requisitos para o HEPS;
3. Meta 3: Definição do Projeto Preliminar do HEPS;
4. Meta 4: Definição do Projeto Detalhado do HEPS.
5. Meta 5: 2ª ESCOLA BRASILEIRA DE PROPULSÃO ELÉTRICA ESPACIAL;
6. Meta 6: Workshop de Propulsão Elétrica;
7. Meta 7: Curso Sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações.

O projeto buscará promover uma ampla discussão técnica, a partir da realização de uma Escola e um Workshop voltado para a área de Propulsão Elétrica Espacial, com participação de especialistas nacionais e internacionais. Os eventos terão apresentações e debates visando um futuro projeto de desenvolvimento de pequenos satélites nacionais com propulsores elétricos, além de contribuir para a consolidação da "Rede Brasileira de Propulsão Elétrica". Para divulgação, o será realizado um curso sobre propulsão elétrica e suas aplicações a ser realizado pela plataforma AEB Escola Virtual tendo como público-alvo professores do Ensino Médio e estudantes de graduação de áreas relacionadas ao tema. Na última fase do projeto, será elaborada uma proposta de desenvolvimento de um propulsor elétrico nacional que atenda uma missão espacial de um micro ou nanossatélite. A escolha dessa tecnologia será embasada em estudos atuais e referências bibliográficas relevantes que serão revistas, além de análises de custos e oportunidades em harmonia com pesquisas existentes que possam obter orçamento compatíveis com os objetivos almejados em uma futura missão de nanossatélite usando propulsão elétrica. A tecnologia a ser escolhida para a proposta deve estar em nível de maturidade tecnológica de pelo menos TRL 3 para então propor os desenvolvimentos futuros necessários para que o propulsor atinja os níveis TRL 5 a 6. As documentações técnicas produzidas pelos projetos serão disponibilizadas a grupos universitários envolvidos em estudos sobre propulsão elétrica, podendo ser usadas como base teórica e tecnológica para reprodução e futuros desenvolvimentos. O objetivo é estimular o interesse na propulsão elétrica e auxiliar a formação de novos grupos de pesquisa, disseminando o conhecimento básico sobre o assunto.

4. DESCRIÇÃO DAS AÇÕES E METAS A SEREM DESENVOLVIDAS NO ÂMBITO DO TED

A proposta se alinha aos objetivos da Ação 20VB ou "Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Formação de Capital Humano para o Setor Espacial", considerando a realização do curso, dos encontros e a proposta de missão. Com relação ao Plano Orçamentário, a proposta se enquadra no PO 0007 ou "Desenvolvimento de Competências e Capital Humano para o Setor Espacial" por razões inferidas a partir de seu objetivo. O projeto contribuirá com dois dos sete Objetivos Estratégicos do Espaço (OEE) do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), OEE.2 - "Promover o atendimento efetivo às necessidades da sociedade e do estado em geral", uma vez que, dos resultados dos encontros e proposta de missão, será possível vislumbrar uma tecnologia de propulsão elétrica acessível à indústria nacional, e OEE.5 - "Fomentar o desenvolvimento de competências científicas, tecnológicas e de inovação para o setor espacial", que é naturalmente alcançado pela realização dos encontros e do curso.

Para a realização desse projeto são definidas as seguintes metas:

Meta 1: Revisão Bibliográfica: Objetiva elaborar o planejamento global do Projeto de Pesquisa e realizar as pesquisas necessárias para definição das arquiteturas mecânica e elétrica do Sistema Propulsivo Elétrico tipo HALL (HEPS - Hall-type Electric Propulsion System), compatíveis com satélites de pequeno e médio portes, definir os conceitos operacionais e a filosofia de verificação dos requisitos a ser realizada na Fase B. Será realizado um levantamento das normas técnicas aplicáveis. Os requisitos aplicáveis serão extraídos das normas técnicas e serão consolidados em um documento de especificação que servirá de base para a elaboração de todo o planejamento do desenvolvimento Sistema Propulsivo Elétrico tipo HALL. Levantamento de Normas Técnicas Aplicáveis)

● Etapa 1.1: Estudo, Revisão Bibliográfica, Planejamento e Definição dos Sistemas Propulsivos e Preparo dos Laboratórios e de Instrumentação a ser utilizada no projeto (PION, PHALL, HPT e PPT) atualmente em desenvolvimento no Brasil (INPE e UnB);

● Etapa 1.2: Levantamento e Especificação de Requisitos para os sistemas de propulsão elétrica em desenvolvimento no Brasil;

● Etapa 1.3: Planejamento dos encontros com especialistas;

● Etapa 1.4: Definição do tipo de propulsão elétrica espacial a ser usado na proposta;

● Etapa 1.5: Definição do Projeto Detalhado do Propulsor Elétrico de melhor desempenho;

● Etapa 1.6: 1 Relatório contendo projeto detalhado do Propulsor Elétrico de melhor desempenho.

Meta 2: Levantamento e Especificação de Requisitos para o HEPS:

● Etapa 2.1: Realização de pesquisas, levantamento e estabelecimento dos requisitos

funcionais, operacionais, de interfaces, de projeto e construção, garantia do produto e ambientais para o Sistema Propulsivo Elétrico tipo HALL e seus subsistemas.

- Etapa 2.2: Será gerada uma segunda versão da especificação de sistema do HEPS, complementando a versão inicial com os demais requisitos além dos funcionais e, também, será elaborada uma especificação para cada um dos seus subsistemas.

- Etapa 2.3: 1 relatório contendo levantamento e Especificação de Requisitos para o HEPS.

Meta 3: Definição do Projeto Preliminar do HEPS:

- Etapa 3.1: Realizar as análises e simulações necessárias para desenvolver o Projeto Preliminar do Sistema Propulsivo Elétrico;

- Etapa 3.2: 1 relatório contendo especificação de requisitos do HEPS;

Meta 4: Definição do Projeto Detalhado do HEPS:

- Etapa 4.1: Execução das atividades para a obtenção do detalhamento do Sistema Propulsivo Elétrico;

- Etapa 4.2: Desenvolvimento dos Modelos de Engenharia e a realização dos ensaios funcionais dos mesmos para verificação dos requisitos funcionais estabelecidos para o Sistema Propulsivo Elétrico tipo HALL;

- Etapa 4.3: 1 relatório contendo definições do projeto preliminar do HEPS;

Meta 5: 2ª ESCOLA BRASILEIRA DE PROPULSÃO ELÉTRICA ESPACIAL

- Etapa 5.1: Planejamento da 2ª ESCOLA BRASILEIRA DE PROPULSÃO ELÉTRICA ESPACIAL: Elaboração do Documento Orientador para a escola na plataforma AEB Escola Virtual contendo ementa, metodologia, critérios para certificação, etc); Elaboração do material didático (apostila, questionários, avaliação, etc); Produção de vídeos (se forem previamente gravados); Estruturação da Escola na plataforma AEB Escola Virtual.

- Etapa 5.2: Execução da 2ª Escola de Propulsão Elétrica: Desenvolvimento da 2ª Escola de Propulsão Elétrica de forma híbrida.

- Etapa 5.3: 1 relatório contendo o planejamento da 2ª ESCOLA BRASILEIRA DE PROPULSÃO ELÉTRICA ESPACIAL, descritivo da execução física da 2ª Escola de Propulsão Elétrica, conteúdo abordado e uma lista com os professores responsáveis por ministrar as disciplinas.

Meta 6: Workshop de Propulsão Elétrica.

- Etapa 6.1: Planejamento do Workshop de Propulsão Elétrica: Planejamento do Workshop de Propulsão Elétrica incluindo a logística, temas e definições dos painéis; elaboração de materiais para divulgação e suporte; e estruturação do workshop na plataforma AEB Escola Virtual.

- Etapa 6.2: Execução do Workshop: Desenvolvimento do Workshop de Propulsão Elétrica.

- Etapa 6.3: 1 relatório contendo o planejamento do Workshop de Propulsão Elétrica, descritivo e lista 3 de materiais para divulgação e suporte, lista de alunos e palestrantes e os assuntos abordados por eles.

Meta 7: Curso Sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações.

- Etapa 7.1: Planejamento do Curso Sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações: Escola Virtual contendo ementa, metodologia, critérios para certificação, etc); Elaboração do material didático (apostila, questionários, avaliação, etc); Produção de vídeos; Estruturação do curso na plataforma AEB Escola Virtual.

- Etapa 7.2: Execução: Desenvolvimento do Curso Sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações.

- Etapa 7.3: 1 relatório contendo breve descritivo do planejamento do Curso Sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações. Carregamento, edição de vídeos, atualização da ementa na plataforma AEB Escola virtual para disponibilização do curso ao público contendo: vídeos editados, apostila do curso, conteúdo editado no Moodle e lista de exercícios.

Metodologia de acompanhamento de execução física:

O acompanhamento da execução por parte da AEB será realizado por etapas e fases ou atividades e operações constantes do Plano de Trabalho e de acordo com o orçamento e o cronograma de execução do objeto aprovado.

A unidade descentralizada prestará contas da execução física semestralmente para acompanhamento das metas deste Plano de Trabalho, em consonância com o Momento LOA/MCTIC e os relatórios de avaliação de resultados serão preenchidos e encaminhados à AEB, juntamente como os marcos de acompanhamento pactuados para avaliação.

Além da análise dos relatórios de prestação de contas da execução física, a área técnica da AEB responsável pelo acompanhamento deste Plano de Trabalho poderá realizar visitas “*in loco*” para verificação da execução física das atividades e operações pactuadas, tendo como base os marcos de acompanhamento detalhados no Plano de Trabalho. Antes de eventuais visitas, o responsável pelo acompanhamento por parte da AEB poderá solicitar maior detalhamento e/ou encaminhamento dos marcos de acompanhamento elencados neste Plano de Trabalho.

Adicionalmente à verificação dos relatórios semestrais e marcos de acompanhamento, a AEB poderá solicitar outros documentos/relatórios que julgue pertinentes para melhor instrução do processo de acompanhamento, incluindo o ateste da aquisição de bens e da execução dos serviços realizados no âmbito do referido Plano de Trabalho.

Identificação e contatos dos responsáveis pelo PT:

Nome	Função	Local	e-mail	Telefone

Prof. Dr. José Leonardo Ferreira	Responsável pelo PO	Universidade de Brasília	jleonardoferreira@uol.com.br	(61) 98262-4385
Prof. Dr. Rodrigo Andrés Miranda Cerda	Responsável pelo PO - substituto	Universidade de Brasília	rmiracer@unb.br	(61) 99811-2511

5. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO PARA CELEBRAÇÃO DO TED

Os créditos orçamentários desta Ação/Plano Orçamentário serão descentralizados pela Agência Espacial Brasileira (AEB) para Universidade de Brasília (UnB), visando a consecução de ações do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), organizadas no âmbito do Sistema Nacional para o Desenvolvimento de Atividades Espaciais (SINDAE), no qual a AEB figura como órgão central e o (a) UnB como órgão setorial.

Especificamente, os recursos orçamentários serão empenhados objetivando a execução do *Programa Temático 2307 – Programa Espacial Brasileiro (PPA 2024-2027)*, sendo destinados, no âmbito desse Plano Orçamentário, tendo como justificativa e motivação:

Para a AEB:

A proposta se alinha aos objetivos da Ação 20VB ou "Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Formação de Capital Humano para o Setor Espacial", considerando a realização do curso, dos encontros e a proposta de missão. Com relação ao Plano Orçamentário, a proposta se enquadra no PO 0007 ou "Desenvolvimento de Competências e Capital Humano para o Setor Espacial" por razões inferidas a partir de seu objetivo. O Curso sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações, que será realizado através da Plataforma AEB Escola, atende, assim, aos objetivos estratégicos do PPA, pela capacitação de pessoal qualificado para desenvolvimento tecnológico, fortalecendo o capital humano. Também atenderá ao público, pois permitirá ao cidadão conhecer os fundamentos do assunto e contribuir para a divulgação científica da área. Por outro lado, a etapa do Projeto de um Nanossatélite com Propulsores Elétricos promove o fortalecimento da imagem institucional e o desenvolvimento de infraestruturas espaciais, tendo em vista que a AEB promoverá novas tecnologias que contribuirão para o avanço científico e tecnológico da área espacial brasileira. Cumpre salientar que uma análise feita pela Mordor Intelligence (ver <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/electric-propulsion-satellites-market>) prevê crescimento do mercado de satélites com propulsão elétrica de aproximadamente 50 bilhões de dólares em 2024 para quase 84 bilhões em 2029. A realização de futura missão de nanossatélite como demonstradora de conceito de um propulsor elétrico permitiria a empresas nacionais competirem nesse mercado, desde que esse sistema seja desenvolvido e validado no espaço em maturidade tecnológica suficiente para garantir a transferência tecnológica. O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) busca fomentar a indústria espacial do Brasil, contribuindo para evolução da sociedade e para o desenvolvimento tecnológico. O desenvolvimento de tecnologia em propulsão elétrica é um importante indutor de desenvolvimento tecnológico da área espacial em mercados internacionais para sistemas de propulsão de baixo empuxo, porém úteis no segmento de satélites. Nesse sentido, o projeto contribuirá com dois dos sete Objetivos Estratégicos do Espaço (OEE), quais sejam: OEE.2 - "Promover o atendimento efetivo às necessidades da sociedade e do estado em geral", uma vez que, dos resultados dos encontros e proposta de missão, será possível vislumbrar uma tecnologia de propulsão elétrica acessível à indústria nacional, e OEE.5 - "Fomentar o desenvolvimento de competências científicas, tecnológicas e de inovação para o setor espacial", que é naturalmente alcançado pela realização dos encontros e do curso.

Para a proponente e a comunidade de propulsão elétrica: Desde meados dos anos 60 propulsores elétricos ou a plasma têm sido testados e desenvolvidos, principalmente pelas agências espaciais dos EUA e da Rússia. Nos últimos 20 anos, outros países também passaram a desenvolver propulsores elétricos, com destaque para França (Missão SMART 1, 2004) e Japão (Missão Hayabusa I e II, 2010). Atualmente outros países como Alemanha, China e Israel têm investido significativamente no desenvolvimento de vários tipos de propulsores a plasma. Importante assinalar que essa tecnologia também tem sido desenvolvida no setor empresarial especializado, com destaque para propulsores elétricos compactos para aplicação em pequenos satélites. Hoje, a tecnologia dos propulsores elétricos é comercializada por vários fornecedores internacionais como a AEROJET Rocket Dyne, SNECMA, Allenia Spazio e Qinetics. Portanto, é de grande valor o desenvolvimento da tecnologia de propulsores a plasma para satélites no Brasil. O destaque maior nesta área é do INPE, que desenvolve propulsores elétricos desde 1985. O INPE desenvolveu inicialmente propulsores elétricos do tipo Kauffmann. O Dr Gilberto Sandonato do Laboratório Associado de Plasma (LAP) do INPE coordenou o desenvolvimento de vários protótipos, com destaque para os propulsores iônicos PION-I, II e III. Outro laboratório de INPE que merece destaque é o Laboratório de Propulsão Elétrica Espacial (LPEL) do LABCP/COPDT/INPE, localizado no INPE de Cachoeira Paulista-SP. O LPEL absorveu as pesquisas de propulsão iônica do Laboratório Associado de Plasmas do INPE e os projetos PION. Em um futuro próximo, ele será o maior e mais bem equipado laboratório para desenvolvimento, teste e qualificação espacial de propulsores elétricos do Brasil. A pesquisa na área de propulsão elétrica espacial de plasma no LABCP começou em 2002, com

uma pesquisa sobre PPTs (Pulsed Plasma Thrusters), quando três propulsores PPT foram projetados e testados. O Dr. Rodrigo Intini iniciou esta pesquisa com PPTs continuou o trabalho na University of Southampton – UK em cooperação com o LABCP durante seu doutorado, entre 2004-2009. Quando retornou ao LABCP, em 2009, fundou o LPEL no INPE de Cachoeira Paulista. Hoje, o prédio do LPEL, que está em fase de construção, abrigará uma câmara de vácuo de 3 m x 6 m para pesquisa e qualificação espacial. Além desta câmara de vácuo, o LPEL conta ainda com outras 4 câmaras de vácuo

contendo sistemas de diagnóstico de plasmas para pesquisa e desenvolvimento de propulsores elétricos. A partir do lançamento do programa UNIESPAÇO em 2004, outros grupos de pesquisa em propulsão elétrica no ITA, UnB, UFSC e UESC foram criados. As atividades experimentais, no entanto, só existem atualmente nos laboratórios do INPE e da UnB. Com o intento de uma maior integração entre os esforços dos diferentes grupos, a “Rede Brasileira de Propulsão Elétrica” (RBPE) foi estabelecida, e a primeira “Escola Brasileira de Propulsão Elétrica Espacial” aconteceu nas instalações do INPE de São José dos Campos, em 2008. A UnB também se destaca nesta área tendo iniciado o projeto de desenvolvimento de propulsores elétricos do tipo Hall em 2003. O Laboratório de Física de Plasmas (LFP) do Instituto de Física da UnB desenvolve propulsores elétricos do tipo HALL (PHALL) desde 2002, com apoio do programa UNIESPAÇO da AEB e de outras agências de fomento como FAP-DF, CNPq, CAPES, FINEP e FINATEC. O projeto PHALL desenvolveu, até agora, quatro protótipos de propulsores HALL. O PHALL I usou ímãs de ferrite compridos com campo magnético médio no interior do canal anelar com intensidade de 260 Gauss; o PHALL II-A usou ímãs de Neodímio compridos com campo magnético médio no interior do canal anelar com intensidade de 1100 Gauss; o PHALL II-B usou ímãs de Neodímio curtos com campo magnético médio no interior do canal anelar com intensidade de 100 Gauss devido ao uso de material ferromagnético; o PHALL II-C, por sua vez, usou um cátodo oco como fonte de elétrons, em conjunto com novos ímãs de Samário-Cobalto, gerando um campo magnético médio de 100 Gauss de intensidade no interior do canal anelar. O primeiro protótipo mostrou, pela primeira vez, em 2004, que é possível obter bons resultados na operação deste tipo de propulsor utilizando campos magnéticos produzidos por ímãs permanentes, e os últimos resultados experimentais com o PHALL II-C pelo LFP/UnB demonstraram uma maturação importante desta tecnologia, conseguindo alcançar pela primeira vez as metas propostas de produzir forças superiores a 40 mN. A potência total consumida pelo propulsor Hall comercial da SNECMA SPT 100 (100 mN, $I_s = 2500$ s) é de 1KW com campo magnético produzido por eletroímãs. O PHALL I opera com 2.5 mN e consome 60 W. O PHALL II-C é menor e produz empuxo de 41 mN, com consumo de 620 W e impulso específico mais alto do que o do PHALL I ($I_s \sim 300$ s), isto é, $I_s \sim 2286$ s. Em 2012 o curso de Engenharia Aeroespacial foi criado na Faculdade do Gama na Universidade de Brasília (FGA - UnB). Um dos primeiros laboratórios deste novo curso foi o Laboratório de Sistemas Espaciais (LaSE). O LaSE recebeu os primeiros equipamentos em 2015 e em 2018 colocou em funcionamento a sua primeira câmara de vácuo para desenvolvimento de propulsores para pequenos satélites. Essa câmara tem um diâmetro de 0,75 m, um comprimento de 1,25 m e bombeamento turbomolecular. O laboratório está começando a desenvolver várias linhas de pesquisa:

- Propulsores a Plasma Pulsados (PPTs) para controle de órbita e de atitude de CubeSats e nanossatélites. A referida tecnologia seria uma interessante iniciativa em perspectivas futuras, especialmente no caso da instalação de um PPT em um CubeSat da série SERPENS ou mesmo equivalente à época.
- Resistojetos para controle de atitude de microsatélites.
- Arcojetos para controle de órbita e de atitude de nanossatélites e microsatélites, e possível aplicação da tecnologia em tochas de plasma e ignitores para foguetes híbridos, líquidos e sólidos
- Cátodos ocos de desenho avançado para várias aplicações, em particular para propulsores a plasma do tipo Hall, em colaboração com o LFP do IF/UnB, com vistas ao seu uso em microsatélites, nanossatélites e CubeSats. Apesar de colaborações entre os grupos como os da UnB e do INPE, a pesquisa procedeu por linhas essencialmente independentes entre si. O último evento na área, um Workshop de Propulsão Elétrica, foi organizado em 2019, havendo assim a carência de um novo fórum para apresentações de pesquisas e perspectivas de convergência entre estes estudos com base em discussões técnicas entre diferentes atores do setor. A realização do Workshop e a reativação da RBPE significará o resgate da história da pesquisa e de desenvolvimentos nacionais na área e, para tanto, serão concretizadas conjuntamente, de forma integrada no cronograma dos eventos e painel de atividades da “Second Brazilian Joint School and Workshop of Electric Space Propulsion”; ressalta-se que, conforme definido pela equipe de coordenação nas respectivas tratativas, o referido momento foi efetivado, por ser mais apropriado para fins de execução, no ambiente da Finatec em Brasília.

Interesse da Indústria: Apesar das propostas e projetos de propulsores a plasma ainda não terem sido implementadas nos projetos de satélites do PNAE, o interesse permanece e até aumentou nos últimos anos devido ao nível de maturidade internacional atingido por esta tecnologia. Recentemente, o WORKSHOP EM PROPULSÃO ELÉTRICA ocorrido no INPE em setembro de 2019 obteve grande participação de várias instituições e, de maneira especial, foi notória a participação de várias empresas (VISIONA, FIBRA FORTE, ORBITAL, EQUATORIAL etc.) do setor aeroespacial do Brasil manifestando forte interesse em participar dos projetos em andamento. Propulsores elétricos a plasma são, hoje, largamente utilizados no controle de atitude e órbita de satélites geoestacionários e na propulsão primária de sondas espaciais. Recentemente, com o advento dos pequenos satélites (CubeSats, nanossatélites e microsatélites) no assim chamado NEW SPACE, estão surgindo oportunidades que possibilitam tanto a aplicação como a realização de testes no espaço de vários tipos de novas tecnologias espaciais, dentre elas a tecnologia de propulsão elétrica que pode utilizar vários tipos de propulsores a plasma como os que serão apresentados neste resumo de proposta. Importante mencionar que a empresa ORBITAL já colabora com a UnB no desenvolvimento de projetos de propulsores elétricos em projetos financiados pelo programa UNIESPAÇO/CNPq.

Capacitação para a área espacial e desenvolvimento tecnológico inovador: Os cursos de

Engenharia Aeroespacial no Brasil são muito novos (o primeiro foi na UFMG em 2010) e todo o treinamento anterior era feito com profissionais na pós-graduação. Ainda são poucos cursos e a UnB é uma das responsáveis por formar engenheiros da área no país. Em engenharia existe uma metodologia de ensino que usa projetos reais para ensinar, treinar e estimular alunos e docentes. Estes projetos, geralmente, têm ciclo de vida curto, de forma que os alunos consigam acompanhar todo ele em uma graduação. Com CubeSats isso é conseguido porque um curso de engenharia tem 5 anos e, neste caso, todo o desenvolvimento e operação levam 3 anos, qualificando, assim, várias turmas de engenharia aeroespacial. Porém, desenvolver um propulsor para satélites de pequeno porte, por exemplo, padrão “CubeSat 3U”, é uma atividade de desenvolvimento tecnológico que tem fins não somente nessa capacitação. Um dos objetivos imediatos deste projeto é propor a realização de um projeto de nanossatélite com carga útil portando um propulsor elétrico. Para isso a atividade 4, “Proposta de missão”, é parte da entrega do projeto, pois será apresentada uma proposta de missão de um nanossatélite com uma carga útil de um propulsor elétrico. Espera-se que a realização dessa atividade traga vantagens para o cenário espacial brasileiro, uma vez que, atualmente, o setor é muito concentrado na academia e ainda inexistem empresas nacionais atuando na área. Desenvolver tecnologia nacional, fomentar a indústria e contribuir para soberania nacional em uma área estratégica como a aeroespacial são, assim, justificativas imediatas que resultarão do projeto realizado.

6. SUBDESCENTRALIZAÇÃO

A Unidade Descentralizadora autoriza a subdescentralização para outro órgão ou entidade da administração pública federal?

- (X) Sim
() Não

7. FORMAS POSSÍVEIS DE EXECUÇÃO DOS CRÉDITOS ORÇAMENTÁRIOS

A forma de execução dos créditos orçamentários descentralizados poderá ser:

- () Direta, por meio da utilização capacidade organizacional da Unidade Descentralizada.
() Contratação de particulares, observadas as normas para contratos da administração pública.
(X) Descentralizada, por meio da celebração de convênios, acordos, ajustes ou outros instrumentos congêneres, com entes federativos, entidades privadas sem fins lucrativos, organismos internacionais ou fundações de apoio regidas pela Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994.

8. CUSTOS INDIRETOS (ART. 8, §2º)

A Unidade Descentralizadora autoriza a realização de despesas com custos operacionais necessários à consecução do objeto do TED?

- (X) Sim
() Não

O pagamento será destinado aos seguintes custos indiretos, até o limite de 20% do valor global pactuado:

1. Limpeza e conservação.
2. Apoio administrativo, técnico e operacional.
3. Serviços de energia elétrica.
4. Vigilância ostensiva.
5. Serviços de água e esgoto.
6. Manutenção e conservação de bens imóveis.
7. Infraestrutura de TIC

9. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Etapa	Descrição	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Total	Vigência	Ações
-------	-----------	---------	------------	----------------	-------	----------	-------

Etapa 1.1	Estudo, Revisão Bibliográfica, Planejamento e Definição dos Sistemas Propulsivos e Preparo dos Laboratórios e de Instrumentação a ser utilizada no projeto (PION, PHALL, HPT e PPT) atualmente em desenvolvimento no Brasil (INPE e UnB)	Meses	3	R\$6.000,00	R\$66.570,00	Dez/2024 a Nov/2025	Definição de autores a serem estudados e seguidos.
Etapa 1.2	Levantamento e Especificação de Requisitos para os sistemas de propulsão elétrica em desenvolvimento no Brasil;	Unidade	1	R\$ 6.000,00		Nov/2024 a Nov/2025	Relatório Técnico acerca do Levantamento e Especificação de Requisitos para os sistemas de propulsão elétrica em desenvolvimento no Brasil;
Etapa 1.3	Planejamento dos encontros com especialistas	Meses	5	R\$36.570,00		Nov/2024 a Nov/2025	Definição de participantes do Workshop e da 2° Escola de Propulsão Elétrica
Etapa 1.4	Definição do tipo de propulsão elétrica espacial a ser usado na proposta	Unidade	1	R\$ 6.000,00		Abril/2025 a Nov/2025	Relatório contendo o propulsor que será usado
Etapa 1.5	Definição do Projeto Detalhado do Propulsor Elétrico de melhor desempenho	Unidade	1	R\$6.000,00		Mai/2025 a Set/2025	Projeto Detalhado do Propulsor Elétrico de melhor desempenho
Etapa 1.6	Detalhamento do Propulsor Elétrico de melhor desempenho.	Unidade	1	R\$ 6.000,00		Out/2025 a Dez 2025	1 relatório técnico contendo projeto detalhado do Propulsor Elétrico de melhor desempenho
Etapa 2.1	Realização de pesquisas, levantamento e estabelecimento dos requisitos funcionais, operacionais, de interfaces, de projeto e construção, garantia do produto e ambientais para o Sistema Propulsivo Elétrico tipo HALL e seus subsistemas	Meses	3	R\$25.690,00		Abril/2025 a Set/2025	1 Relatório técnico

Etapa 2.2	Segunda versão da especificação de sistema do HEPS, complementando a versão inicial com os demais requisitos além dos funcionais e, também, será elaborada uma especificação para cada um dos seus subsistemas.	Unidade	1	R\$15.000,00	R\$55.690,00	Jul/2025 a Set/2025	1 Relatório técnico contendo as informações
Etapa 2.3	levantamento e Especificação de Requisitos para o HEPS.	Unidade	1	R\$15.000,00		Out/2025 a Fev/2026	1 Relatório técnico contendo Especificação de Requisitos para o HEPS
Etapa 3.1	Realizar as análises e simulações necessárias para desenvolver o Projeto Preliminar do Sistema Propulsivo Elétrico	Meses	5	R\$10.000,00	R\$20.000,00	Maio/2025 a Mar/2026	Projeto Preliminar do Sistema Propulsivo Elétrico
Etapa 3.2	Especificação de requisitos do HEPS	Unidade	1	R\$ 10.000,00		Out/2025 a Mar/2026	1 relatório contendo especificação de requisitos do HEPS
Etapa 4.1	Execução das atividades para a obtenção do detalhamento do Sistema Propulsivo Elétrico.	Meses	6	R\$18.000,00	R\$58.000,00	Abril/2025 a Mar/2027	1 relatório da Execução das atividades para a obtenção do detalhamento do Sistema Propulsivo Elétrico
Etapa 4.2	Desenvolvimento dos Modelos de Engenharia e a realização dos ensaios funcionais dos mesmos para verificação dos requisitos funcionais estabelecidos para o Sistema Propulsivo Elétrico tipo HALL	Meses	6	R\$30.000,00		Maio/2025 a Mar/2027	Modelos de Engenharia ensaios funcionais dos mesmos para verificação dos requisitos funcionais estabelecidos para o Sistema Propulsivo Elétrico tipo HALL;
Etapa 4.3	Definição do projeto preliminar do HEPS	Unidade	1	R\$10.000,00		Out/2025 a Mar/2027	1 relatório contendo definições do projeto preliminar do HEPS

Etapa 5.1	Orientação para a escola na plataforma AEB Escola Virtual contendo ementa, metodologia, critérios para certificação, etc); Elaboração do material didático (apostila, questionários, avaliação, etc); Produção de vídeos (se forem previamente gravados); Estruturação da Escola na plataforma AEB Escola Virtual.	Unidade	1	R\$20.000,00	R\$89.285,00	Abril/2025 a Agosto/2026	Elaboração de 1 Documento Orientador para a Escola Virtual contendo ementa, metodologia, critérios para certificação, etc); Elaboração do material didático (apostila, questionários, avaliação, etc)
Etapa 5.2	Execução da 2ª Escola de Propulsão Elétrica: Desenvolvimento da 2ª Escola de Propulsão Elétrica de forma híbrida	Meses	1	R\$49.285,00		Maio/2025 a Mar/2026	1 relatório Sobre a 2ª ESCOLA BRASILEIRA DE PROPULSÃO ELÉTRICA ESPACIAL
Etapa 5.3	Planejamento da 2ª ESCOLA BRASILEIRA DE PROPULSÃO ELÉTRICA ESPACIAL, descritivo da execução física da 2ª Escola de Propulsão Elétrica, conteúdo abordado e uma lista com os professores responsáveis por ministrar as disciplinas.	Unidade	1	R\$20.000,00		Maio/2025 a Fev/2026	1 relatório contendo Sobre a 2ª ESCOLA BRASILEIRA DE PROPULSÃO ELÉTRICA ESPACIAL, descritivo da execução física da 2ª Escola de Propulsão Elétrica, conteúdo abordado e uma lista com os professores responsáveis por ministrar as disciplinas.
Etapa 6.1	Planejamento do Workshop de Propulsão Elétrica incluindo a logística, temas e definições dos painéis; elaboração de materiais para divulgação e suporte; e estruturação do workshop na plataforma AEB Escola Virtual.	Meses	5	R\$20.000,00	R\$95.875,00	Nov/2024 a Fev/2026	Workshop de Propulsão Elétrica incluindo a logística, temas e definições dos painéis; elaboração de materiais para divulgação e suporte; e estruturação do workshop na plataforma AEB Escola Virtual.
Etapa 6.2	Desenvolvimento do Workshop de Propulsão Elétrica.	Meses	2	R\$55.875,00		Maio/2025 a Mar/2026	Workshop de Propulsão Elétrica.

Etapa 6.3	Planejamento do Workshop de Propulsão Elétrica, descritivo e lista de materiais para divulgação e suporte, lista de alunos e palestrantes e os assuntos abordados por eles.	Unidade	1	R\$20.000,00		Maio/2025 a Fev/2026	1 relatório contendo sobre o Workshop de Propulsão Elétrica, descritivo e lista de materiais para divulgação e suporte, lista de alunos e palestrantes e os assuntos abordados por eles.
Etapa 7.1	Planejamento do Curso Sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações: Escola Virtual contendo ementa, metodologia, critérios para certificação, etc; Elaboração do material didático (apostila, questionários, avaliação, etc); Produção de vídeos; Estruturação do curso na plataforma AEB Escola Virtual	Meses	7	R\$15.000,00		Abril/2025 a Agosto/2026	Elaboração do material didático (apostila, questionários, avaliação, etc); Produção de vídeos; Estruturação do curso na plataforma AEB Escola Virtual.
Etapa 7.2	Desenvolvimento do Curso Sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações.	Meses	1	R\$34.580,00	R\$64.580,00	Ago/2025 a Agosto/2026	1 relatório contendo breve descritivo do planejamento do Curso Sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações. Carregamento, edição de vídeos, atualização da ementa na plataforma AEB Escola virtual para disponibilização do curso ao público contendo: vídeos editados, apostila do curso, conteúdo editado no Moodle e lista de exercícios

Etapa 7.3	Planejamento do Curso Sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações. Carregamento, edição de vídeos, atualização da ementa na plataforma AEB Escola virtual para disponibilização do curso ao público contendo: vídeos editados, apostila do curso, conteúdo editado no Moodle e lista de exercícios.	Unidade	1	R\$15.000,00		Set/2025 a Agosto/2026	1 relatório contendo breve descritivo do planejamento do Curso Sobre Propulsão Elétrica e Suas Aplicações. Carregamento, edição de vídeos, atualização da ementa na plataforma AEB Escola virtual para disponibilização do curso ao público contendo: vídeos editados, apostila do curso, conteúdo editado no Moodle e lista de exercícios.
--------------	--	---------	---	--------------	--	------------------------	---

O detalhamento dos custos foi construído com base no montante de recursos da Lei Orçamentária Anual (LOA) de 2024 (R\$ 450.000,00 em custeio totalizando R\$ 450.000,00). A previsão orçamentária informada é a estimativa realizada no início do exercício, cabendo à unidade descentralizada movimentar e gerenciar os recursos orçamentários entre os elementos de despesas, desde que respeite os limites de custeio e de capital e que as alterações sejam motivadas e guardem relação direta com o estágio de execução do objeto.

Salienta-se ainda que ao longo da execução orçamentária pode haver algumas modificações nesses valores, decorrentes de alterações na programação, como as trocas entre custeio e capital dentro do próprio Plano Orçamentário e os remanejamentos de recursos entre Planos Orçamentários distintos.

10. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO FINANCEIRO

MÊS/ANO	VALOR
dezembro/2024	R\$ 450.000,00

As efetivas descentralizações de recursos financeiros ocorrerão observando-se a viabilidade dos mecanismos de gestão financeira e orçamentária sob a Coordenação de Orçamento e Finanças da AEB. O repasse do recurso financeiro para pagamento das despesas será solicitado pela descentralizada, condicionado à liquidação da despesa pela unidade executora, ressalvadas as situações em que os gastos exijam imediato pagamento, devidamente justificadas. O cronograma de desembolso para 2024 é a estimativa base que pode ser aferida pela área executora a nível de planejamento e pode sofrer alterações no decorrer do ano, além de haver eventuais restos a pagar relativos ao orçamento de anos anteriores. Durante a execução, os montantes efetivamente empenhados, liquidados e pagos serão reportados pela descentralizada nos relatórios semestrais de avaliação de resultados.

11. PLANO DE APLICAÇÃO CONSOLIDADO - PAC

Natureza da despesa (código e descrição)	Custo Indireto (sim ou não)	Valor previsto (R\$)
339039 - Serviços de terceiros / Pessoa Jurídica	Não	R\$375.000,00
339039 - Outros Serviços de terceiros / Pessoa Jurídica - Fundação de Apoio	Sim	R\$75.000,00
		R\$450.000,00

12. PROPOSIÇÃO

Brasília/DF, na data da assinatura eletrônica

(assinado eletronicamente)
JOSÉ LEONARDO FERREIRA
Docente e Coordenador do Projeto - UnB

13. APROVAÇÃO

Brasília/DF, na data da assinatura eletrônica

(assinado eletronicamente)

DANILO SAKAY

Diretor Substituto de Inteligência Estratégica e Novos Negócios - AEB



Documento assinado eletronicamente por **Daniilo Sakay, Diretor Substituto**, em 22/09/2026, às 13:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **José Leonardo Ferreira, Usuário Externo**, em 22/09/2026, às 14:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rozana Reigota Naves, Usuário Externo**, em 28/09/2026, às 21:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.aeb.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0409432** e o código CRC **DDA1D251**.

Referência: Processo nº 01350.000529/2024-00

SEI nº 0409432