



ANAIS DO 8º Workshop em Engenharia e Tecnologia Espaciais



09 e 10
de Agosto de 2017

**Auditório Fernando de Mendonça - LIT
São José dos Campos - SP**

http://www.inpe.br/pos_graduacao/cursos/ete/
CSE - Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais
CMS - Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores
CMC - Mecânica Espacial e Controle
LCP - Combustão e Propulsão

Bem-vindo ao WETE 2017

Temos o prazer de apresentar o **8º Workshop em Engenharia e Tecnologia Espaciais (WETE)**, realizado nos dias 09 e 10 de Agosto de 2017, no Auditório Fernando Mendonça, no LIT, nas dependências do INPE em São José dos Campos.

O Curso de Pós-graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais (PG-ETE) possui quatro Áreas de Concentração: Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais - CSE, Combustão e Propulsão - PCP, Mecânica Espacial e Controle - CMC e Materiais e Sensores - CMS.

Cada uma destas áreas de concentração, com suas respectivas linhas de pesquisa e desenvolvimento, abrangem uma série de disciplinas que, juntas, complementam o conhecimento necessário para os estudos relacionados à Engenharia Espacial como um todo.

Este evento foi criado pelos próprios alunos com os seguintes objetivos: integrar estas quatro áreas da PG/ETE; apresentar a Pós-Graduação da ETE para os novos alunos que ingressam no curso a cada ano; divulgar internamente os trabalhos em andamento da PG/ETE; estimular um ambiente criativo, inovador, desafiador e de muita produção científica e criar demandas de trabalhos de uma área para as outras.

Os artigos dos eventos anteriores estão disponíveis no site da biblioteca, acessível também através do site do WETE. Os artigos do 8º WETE estarão disponíveis no mesmo endereço eletrônico após o evento.

Agradecemos a participação de todos e desejamos um ótimo evento.

Atenciosamente,

Comissão Organizadora
Comitê Consultivo

Comissão organizadora

CSE - Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais

Christopher Shneider Cerqueira
Eduardo Escobar Bürger
Irineu dos Santos Yassuda
Italo Pinto Rodrigues
Jeanne Samara dos Santos Lima
Mônica Elizabeth Rocha de Oliveira

CMS/LAS - Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores

Plínio Ivo Gama Tenório

Secretaria do evento:

Valdirene Moreira de Paula
Amanda Araújo
Marcela Soares Servo

Comitê consultivo:

Dr. Amauri Silva Montes

Coordenação Geral de Engenharia e Tecnologia Espacial do INPE

Dr. Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado

Chefe do Serviço de Pós-Graduação do INPE

Dr. Walter Abrahão dos Santos

Coordenação Acadêmica do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologias Espaciais (ETE)

Dr. Sérgio Luiz Mineiro

Coordenador da Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores (CMS)

Dr. Rodrigo Intini Marques

Coordenador da Área de Concentração em Propulsão e Combustão (PCP)

Dra. Maria do Carmo de Andrade Nono

Coordenadora da Área de Concentração em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais (CSE)

Dr. Mário César Ricci

Coordenador da Área de Concentração em Mecânica Espacial e Controle (CMC)

Colaboradores:

Jose Augusto de Souza
(Catito)

Grupo do Serviço Corporativo de
Tecnologia da Informação

Clayton Martins Pereira

Mayara Lukusevicius Agasse da Silva

Grupo de Sistema de
Informação e Documentação

Suely Mitsuko Hirakawa
Gondo

Alain Giacobini de Souza

Programação Geral

Quarta-feira, 09 de Agosto

08h30	às	09h00	Credenciamento	
09h00	às	09h20	Abertura - Comissão	
09h20	às	09h40	Palestra de Abertura – Diretor do INPE	
09h40	às	09h50	Palestra de Abertura – Coordenador ETE	
09h50	às	10h00	Palestra de Abertura – Coordenador da PG-ETE	
10h00	às	10h30	Intervalo	
1ª Sessão de Apresentação Oral				
10h30	às	12h00	CSE	Gabriel Torres de Jesus
			CMS	Henrique de Oliveira Euclides
			CMC	Giovanni Jose Rosa
			CMS	Daniel Alessander Nono
			CMC	Júlia de Albuquerque Guimarães
12h00	às	14h00	Almoço	
2ª Sessão de Apresentação Oral				
14h00	às	15h45	CMS	William Diniz de Toledo
			CMC	Alexandre Nassabay
			PCP	Daniel Resemini
			CMS	Daniel Alessander Nono
			CMS	Marcela Dalprat Alegre Braga
15h45	às	16h00	Intervalo	
Sessão 3MT				
16h00	às	16h30	CSE	Lázaro Aparecido Pires de Camargo
			CSE	Christopher Shneider Cerqueira
			CSE	Rodrigo Britto Maria
			CMS	Plínio Ivo Gama Tenório
			CSE	Lázaro Aparecido Pires de Camargo
			CSE	Otto Ferreira dos Santos
16h30	às	17h00	Palestra – Marcelo Essado	

Quinta-feira, 10 de Agosto

08h30	às	09h00	Abertura do Segundo dia	
3ª Sessão de Apresentação Oral				
09h00	às	10h30	CSE	Jun Tominaga
			CMS	Ana Claudia Pinheiro da Silva Cruz
			CSE	Andréa Nogueira Peña Durán
			CSE	David Julián Molano Peralta
			CMS	Daniel Alessander Nono
			CMC	Thauany Christiny Ferreira de Souza
10h30	às	11h00	Sessão de Pôsteres e Intervalo	
4ª Sessão de Apresentação Oral				
11h00	às	12h00	CMC	Luiz Felipe de Carvalho Briedis
			CSE	Lázaro Aparecido Pires de Camargo
			CSE	Douglas Landim
			CMC	Liana Dias Gonçalves
12h00	às	14h00	Intervalo	
5ª Sessão de Apresentação Oral				
14h00	às	15h15	CSE	Herbi Júnior Pereira Moreira
			CMC	Wagner Frederico Cesar Mahler
			CSE	Eduardo Bürger
			CSE	Italo Pinto Rodrigues
			CSE	Gabriel Torres de Jesus
15h15	às	15h30	Intervalo	
15h30	às	16h00	Palestra – Lídia Hissae Shibuya Sato	
16h00	às	16h45	Mesa Redonda – Programa CTEE	
16h45	às	17h00	Encerramento	

Programação dia 09/08

Credenciamento

Abertura do Evento

- Comissão Organizadora do WETE

Palestras de Abertura

- Palestra de abertura da Direção do INPE
- Palestra de abertura da Coordenação da ETE
- Palestra de abertura da Coordenação da Pós-Graduação ETE

Sessão 1 – Chair: [Dra. Maria de Fátima Mattiello-Francisco](#)

Título	A importância de práticas de verificação e validação no processo de avaliação de métricas de maturidade
Autor	Gabriel Torres de Jesus; Milton de Freitas Chagas Júnior
Resumo	Integração de sistemas se tornou uma capacidade essencial para organizações que lidam com produtos e sistemas complexos. A escala de níveis de maturidade tecnológica é utilizada há décadas para auxiliar a tomada de decisão em relação à utilização de tecnologias no desenvolvimento de sistemas complexos, porém não reflete bem a integração entre tecnologias de um sistema. A escala de níveis de maturidade de integração tem sido elaborada na última década para suprir esta lacuna. O objetivo da pesquisa é analisar a importância de práticas de verificação e validação no processo de avaliação de métricas de maturidade. Através de pesquisa bibliográfica, foram analisadas metodologias de avaliação de métricas de maturidade e como são apoiadas por práticas de verificação e validação.

Título	APUAMA: a software tool for reaction rate calculations
Autor	Henrique de Oliveira Euclides; Patrícia Regina Pereira Barreto
Resumo	APUAMA is a free software designed to determine the reaction rate and thermodynamic properties of chemical species of a reagent system. With data from electronic structure calculations, the APUAMA determine the rate constant with tunneling correction, such as Wigner, Eckart and small curvature, and also, include the rovibrational level of diatomic molecules. The results are presented in the form of Arrhenius form, for the reaction rate, and the thermodynamic properties are written down in the polynomial form. The word APUAMA means "fast" in Tupi-Guarani Brazilian language, then the code calculates the reaction rate on a simple and intuitive graphic interface, the form fast and practical. As program output, there are several text files with tabulated information for rate constant, rovibrational levels, energy barriers and enthalpy of reaction, Arrhenius coefficient, and also, the option to the User save all graphics in BMP format.

Título	Proposta de variável estatística para análise do efeito pinning em compósitos cerâmicos espaciais
Autor	Daniel Alessandro Nono; Maria do Carmo de Andrade Nono
Resumo	Análises microestruturais requerem experiência do analista e ferramentas eficazes de tratamento dos dados para prover uma coleta realista de informações sobre o material investigado. As identificações das correlações entre as variáveis podem ser facilitadas com o emprego de técnicas estatísticas de avaliação. Deste modo, correlações inicialmente ocultas podem ser investigadas levando à concepção de estratégias mais eficazes de processamento. Este trabalho propõe a utilização da razão de raios de Feret para investigar o efeito pinning em compósitos de alumina zircônia desenvolvidos para blindagens multifuncionais de satélites do INPE. Para a validação do método foram feitas análises em um conjunto de amostras de alumina e outro de alumina-zircônia. As análises mostraram que a técnica é válida como ferramenta para o estudo do efeito pinning.

Título	Influência do atuador na estabilidade de um controlador MIMO para foguete com rotação residual
Autor	Júlia de Albuquerque Guimarães; Waldemar de Castro Leite Filho
Resumo	Durante o desenvolvimento de um sistema de controle MIMO para veículos lançadores com rolamento residual, surge a necessidade de melhor entender como cada elemento do sistema influencia a estabilidade do mesmo. Este trabalho busca estudar a influência da banda passante de um atuador de primeira ordem no comportamento do sistema, tanto no que diz respeito à sua habilidade de seguir uma mesma trajetória quanto a seu desempenho em relação a métricas de estabilidade, como a variação na margem de ganho calculada para a linearização deste sistema em um dado instante de tempo.

Sessão 2 – Chair: [Dr .Roman Ivanovitch Savonov](#)

Título	<u>Redução eletroquímica do óxido de grafeno sobre fibra de carbono para aplicação em supercapacitor</u>
Autor	William Diniz de Toledo; Neidenêi Gomes Ferreira; Andréa Boldarini Couto
Resumo	Foi elaborado este estudo com foco na produção e caracterização de um compósito binário formado por fibra de carbono (FC) e óxido de grafeno reduzido (OGR) visando sua aplicação como supercapacitor. A deposição do OGR foi realizada pela redução eletroquímica do óxido de grafeno (OG) com controle de potencial e tempo de depósito. As avaliações morfológicas e estruturais do compósito OGR/FC mostraram que foi possível reduzir eletroquimicamente o OG. Portanto, pode ser concluído que a redução eletroquímica é um método simples, limpo e promissor em substituição aos outros métodos comumente utilizados.

Título	<u>Estimação em tempo real de estados e parâmetros de bateria de íons de lítio</u>
Autor	Alexandre Nassabay; Hélio Koiti Kuga; Renato Oliveira de Magalhães
Resumo	A partir dos dados do ciclo de carga de uma bateria de íons de lítio embarcada em satélites, como os da série CBERS - China-Brazil Earth Resources Satellite, executou-se a estimação concomitante dos estados e dos parâmetros da mesma por meio do GIF - Generalized Identification Filter, derivado do Filtro de Kalman, visando obter o estado de carga da bateria e informações sobre sua saúde.

Título	<u>Controle aerodinâmico do vetor de empuxo na saída de uma tubeira axissimétrica</u>
Autor	Daniel Resemini; Fernando de Souza Costa
Resumo	Um mecanismo de controle vetorial do empuxo de foguetes é um sistema com retroação a partir de medições realizadas por acelerômetros e giroscópios. Os dados dos sensores são inseridos na entrada do sistema para que novos cálculos sejam feitos por um computador embarcado e, dessa forma, o sistema pode atuar de forma a atingir o objetivo. Este mecanismo depende de um grande volume de informações do sistema e requer entendimento de todos os fenômenos físicos envolvidos. Trata-se de um sistema mecatrônico de aplicação aeroespacial que necessita de informações do processo de combustão, do projeto do motor-foguete, da aerodinâmica, do mecanismo servo-atuador, sensores, eletrônica e algoritmos de controle. A importância dessa tecnologia se dá ao notar as principais aplicações às quais está associada, desde veículos de aterrissagem lunar, veículos lançadores de satélite e mísseis balísticos. As aplicações mais recentes são para a aterrissagem e reutilização de veículos lançadores. Com essa nova tecnologia espera-se reduzir os custos associados ao lançamento, tornando o espaço mais acessível. Esse trabalho apresenta uma análise teórica e experimental das principais grandezas a serem consideradas no projeto e a implementação de um sistema de controle vetorial aerodinâmico do empuxo que utilizará superfícies aerodinâmicas associadas a servo-atuadores. Uma porção do escoamento proveniente da tubeira terá sua direção modificada após a atuação dos servo-atuadores, gerando uma força de sustentação sobre as superfícies aerodinâmicas e produzindo um torque no corpo do foguete. Algumas simulações também serão realizadas com o intuito de melhor respaldar o entendimento técnico do sistema de controle como um todo. Espera-se por fim realizar experimentos com um sistema de baixo custo completo a fim de verificar a viabilidade da implementação desse sistema em aplicações espaciais.

Título	Análise e refino do compósito Alumina-Zircônia para uso como blindagens espaciais
Autor	Daniel Alessander Nono; Maria do Carmo de Andrade Nono
Resumo	Blindagens para satélites são necessidades para o sucesso dos programas espaciais nos próximos 20 anos. Compósitos alumina-zircônia são candidatos devido ao conjunto de propriedades únicas e de baixo custo. Baixa condutividade térmica e alta tenacidade à fratura são propriedades requeridas nas blindagens, tornando o compósito de interesse do INPE e da nação brasileira. Sabe-se que a densificação da alumina está associada ao crescimento dos grãos durante a sinterização. A adição de zircônia em pequenas quantidades (até 5%) estimula o efeito pinning ou ancoramento de contornos dos grãos, refinando a microestrutura. Este trabalho estudou as influências da adição de 200 ppm de MgO e de 18,5% de ZrO ₂ no controle de crescimento dos grãos durante a sinterização. Análises estatísticas da microestrutura confirmaram a inibição do crescimento do tamanho de grãos. As amostras apresentaram uma microestrutura com os menores grãos e menor razão de aspecto, sugerindo a ocorrência do efeito pinning.

Título	Propriedades mecânicas e microestrutura de um compósito cerâmico de Alumina-Zircônia utilizado como ferramenta de corte para usinagem de aeroespaciais
Autor	Marcela Dalprat Alegre Braga; Maria do Carmo de Andrade Nono; Daniel Alessander Nono; Miguel Adriano Inácio; Irineu dos Santos Yassuda
Resumo	Muitos estudos na tecnologia de processamento de materiais cerâmicos têm sido realizados, permitindo que estes materiais fossem utilizados na confecção de ferramentas de corte para usinagem de materiais espaciais. Os compósitos cerâmicos de alumina-zircônia são materiais cujas propriedades químicas e mecânicas oferecem um grande potencial para esta aplicação. Este trabalho apresenta um estudo das propriedades mecânicas de dureza superficial, de tensão de fratura e tenacidade à fratura de um compósito cerâmico de alumina-zircônia e suas relações com a microestrutura. Foram confeccionados corpos de prova e realizados ensaios mecânicos de dureza Vickers, flexão em 4 pontos e tenacidade à fratura por penetração Vickers. Os compósitos cerâmicos foram também caracterizados quanto a presença de fases cristalinas (por difração de raios X - DRX) e microestrutura (microscopia eletrônica de varredura - MEV). Os resultados obtidos, através das caracterizações por DRX e MEV e ensaios mecânicos, confirmaram a formação do compósito cerâmico de alumina-zircônia com propriedades mecânicas adequadas para a fabricação de ferramentas de corte.

Sessão Three Minute Thesis (3MT®)

Avaliadores: [Dra. Maria do Carmo de Andrade Nono](#)

[Dr. Alain Giacobini de Souza](#)

[Dr. Giuliani Paulineli Garbi](#)

[Dr. Willer Gomes dos Santos](#)

Título	Computação de bordo para cargas úteis científicas em nanossatélites
Autor	Lázaro Aparecido Pires de Camargo; Walter Abrahão dos Santos
Resumo	Este trabalho apresenta o desenvolvimento de bibliotecas de software para que uma OBC possa gerenciar cargas uteis científicas em Nanossatélites, utilizando o ambiente de programação mbed, para microcontroladores ARM.

Título	Using ISO-19450 to describe and simulate a smallsat operational scenario
Autor	Christopher Shneider Cerqueira; Ana Maria Ambrosio
Resumo	Among the Concept Studies activities, one of the firsts is: Operational Scenarios Discovering. The scenarios allow the identification of the main functions and related entities to accomplish the desired space mission. Usually this activity is manually done, by hand drawing in paper/boards, and later using a drawing software tool. Discover entities and functions is not a trivial activity, not assessing, or even identifying, can cause rework and misguided architectures. The scenarios discovery requires successive refinements and the help of a methodology may turn this task feasible supported by a modelling tool. Entities and functions turn part of models that are refined until the architecture and concepts be delivered to the stakeholders. This paper presents an experiment using the Object Process Methodology, stated in ISO-19450, to describe an operational scenario of the first CTEE's program smallsat.

Título	Management of modeling and simulation processes and data for space system applications
Autor	Rodrigo Britto Maria; Marcelo Lopes de Oliveira e Souza
Resumo	Currently, Modeling and Simulation (M&S) are part of the "dreams" of many organizations due to their power and versatility; but are also part of their "nightmares" due to the amount and variety of processes and data. To handle this problem, solutions have been proposed and denominated Simulation Process and Data Management (SPDM). This paper summarizes one such solution studied in an ongoing Master Dissertation: how an organization developing a space system must manage its modeling and simulation processes and data generated by them, according to the ECSS standards. The method used in this work consists in stating the problem and its requirements, investigating solutions, verifying the chosen solution, and validating it. The final solution consists in an environment integrating two software (RCE and VirSat) developed by the German Aerospace Center (DLR), and a methodology for using this integration. This intends to be considered by organizations, like INPE, using M&S heavily.

Título	Determinação da aceleração para ensaios de solidificação na centrífuga do LAS/INPE
Autor	Plínio Ivo Gama Tenório; Rafael Cardoso Toledo; Chen Ying An
Resumo	Foi desenvolvida uma centrífuga no LAS/INPE para simular condições de acelerações maiores que a da gravidade da Terra durante o processo de solidificação de materiais, possibilitando o estudo dos efeitos dessas influências nas propriedades físicas e microestruturais do material. Este trabalho mostra o método utilizado para quantificar a aceleração na qual os experimentos estão submetidos.

Título	Proposta de um computador de bordo para o nanosatélite Alpha dentro do programa CTEE
Autor	Lázaro Aparecido Pires de Camargo; Walter Abraão dos Santos
Resumo	Vantagens na adoção de estratégias PBL (Problem-Based Learning) para fundamentação de conceitos são amplamente reconhecidas em diversas áreas do conhecimento. O corpo discente e docente da Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais (ETE) do INPE estruturou um PBL denominado CTEE (Capacitação Tecnológica em Engenharia Espacial) com o projeto incremental de série de três nanosatélites. Este trabalho discorre sobre a proposta de computador de bordo (OBC) para o primeiro nanosatélite dessa série denominado CTEE-Alpha. O OBC visa atender os requisitos mínimos desta missão utilizando métodos e recursos de Engenharia de Sistemas Espaciais e Engenharia de Requisitos.

Título	Descrição do comportamento de modelos para um Simulador Operacional de Satélites em OPM
Autor	Christopher Shneider Cerqueira; Otto Ferreira dos Santos; Isabelle de Geus, Letícia S. L. Barros, Ana Maria Ambrosio
Resumo	Uma das tendências da Engenharia Espacial é ser auxiliada por simuladores em todo o seu ciclo de vida. Na fase operacional, o simulador operacional é utilizado como ferramenta para mimetizar, no caso, um satélite em órbita, apoiando as atividades em solo. O simulador operacional precisa representar, em modelos, toda a convergência da experiência multidisciplinar e para isso precisa encontrar uma forma de expressar o comportamento com a exatidão necessária, e ao mesmo tempo clara para que não especialistas da área de computação possam: entender o modelo, validá-lo e utilizá-lo. Com base nisso, este artigo retrata um experimento realizado durante o Curso de Inverno de 2017, onde foi testado o OPM (Object Process Methodology), como linguagem diagramática para representar o comportamento de um subsistema de coleta de dados de um satélite. Neste experimento, inicialmente foram estruturadas as operações lógicas, dada a referência lógica de um simulador operacional, e posteriormente, foi realizada a validação destas operações utilizando um subsistema real.

Palestra

Título	Missões espaciais de nanosatélites, empreendedorismo e profissões aeroespaciais
Palestrante	Marcelo Essado
Resumo	Apresentar as missões de nanosatélites científicos do Programa NanosatC-BR, Desenvolvimento de Cubesats, projetos NanosatC-BR1 & NanosatC-BR2, lançamento e operação do satélite NanosatC-BR1, o primeiro nanosatélite científico brasileiro destacando as motivações e desafios de se manter uma empresa neste segmento no país. Aspectos de Empreendedorismo e profissões aeroespaciais também serão abordados.

Programação dia 10/08

Sessão 3 – Chair: [Dr. Élcio Jerônimo de Oliveira](#)

Título	Comparing satellite telemetry against simulation parameters in a simulator model reconfiguration tool
Autor	Jun Tominaga; Maurício Gonçalves Vieira Ferreira; Ana Maria Ambrosio
Resumo	Operational satellite simulator models require updates in order to reflect the behavior of the actual satellite, especially after several years of flight operations. Because it can be extremely costly to modify them manually, a software tool for autonomous reconfiguration of operational simulator behavior models is proposed. To implement such a feature, behavior models must be reassessed and reevaluated to identify the need of model updates and to trigger them. This can be achieved by periodically monitoring discrepancies between the satellite telemetry and the simulator parameters. This paper describes a procedure for comparative analysis between telemetry and simulation parameters for an autonomous reconfiguration tool for operational simulator behavior models for synchronization.

Título	The spherical-harmonics representation for the interaction between XOY-AB molecules: the general case and applications to HOH-B2 and HOH-HB
Autor	Ana Claudia Pinheiro; Patricia Regina Pereira Barreto
Resumo	To calculate the potential energy surface (PES) of van der Waals interactions, the general case of XOY-AB molecules were represented through hyperspherical harmonics expansion, that is a mathematically rigorous procedure and a powerful tool for these interacting molecular systems, with applications also to classical and quantum molecular dynamics simulations. This technique consists in the construction of the expanded potential interaction up to terms that provide the generation of a number of leading configurations sufficient to explain faithful geometrical representations. The full general description of the method of the spherical harmonics expansion applied to the systems of nonlinear molecules interacting with diatomic molecules and applications to interaction for H ₂ O with Hydrogen and Halogens atoms is also presented in this article.

Título	Uma estratégia de gestão do conhecimento para o centro de rastreo e controle de satélites do INPE
Autor	Andréa Nogueira Peña Durán; Mauricio Gonçalves Vieira Ferreira
Resumo	A velocidade de transformação de um ambiente em evolução, ao qual muitas organizações não conseguem se adaptar, pode comprometer a existência ou mesmo determinar o fim do ciclo de vida de uma organização. Considerando que o Centro de Rastreo e Controle de Satélites do INPE, em todos esses anos de sucesso em operações de satélite, ainda não está capacitado para a realização de operações de satélites da fase de lançamento e órbitas iniciais, em inglês, Launching and Early Orbit Phase (LEOP), uma estratégia que aborde a implantação da Gestão do Conhecimento na organização já se torna premente. Este artigo apresenta uma proposta para a implantação da Gestão do Conhecimento neste centro, descrevendo cada etapa do processo. O objetivo da estratégia é apresentar meios, sob a égide da Gestão do Conhecimento, de tornar este centro capaz da realização das operações de LEOP para os satélites que o INPE planeja lançar nos próximos anos.

Título	SDR: rádio definido por software para recepção e decodificação de telemetrias e imagens de pequenos satélites
Autor	David Julián Molano Peralta; Walter Abrahão dos Santos; Douglas Soares dos Santos
Resumo	Para reduzir os custos no segmento terrestre para pequenos projetos de satélites, a tecnologia de Rádio Definido por Software (SDR) é vantajosa, pois reduz a quantidade de componentes de hardware enquanto se adapta para diferentes esquemas de modulação, vincula os requisitos de orçamento e apoia diferentes satélites. Este trabalho apresenta brevemente esta proposta e discute algumas das questões que ela implica. A tecnologia SDR usa um processador, um receptor especial e um software que reproduz as partes principais do receptor (misturador, filtros, amplificadores, moduladores, demoduladores, etc.) para ouvir rádio, televisão e quase todos os modos de transmissão, digitais ou analógicos. Um primeiro teste com esta configuração foi implementado para receber os sinais enviados de um picosatélite brasileiro chamado Tancredo-1 e obter o valor de engenharia das telemetrias enviadas pelo mesmo. Uma série de pacotes de software de suporte é apresentada para que uma possa encaminhar várias operações, o que pode levar à automação de estações terrestres. Finalmente, um segundo teste foi realizado com uma configuração para receber imagens enviadas a partir de satélites de classe NOAA, em frequências VHF e descodificadas por um software específico.

Título	Processo de coleta de requisitos para blindagens espaciais
Autor	Daniel Alessandro Nono; Maria do Carmo de Andrade Nono
Resumo	O processo de entendimento das necessidades de projeto dos materiais espaciais é um verdadeiro desafio de engenharia. O severo ambiente espacial é agressivo a maioria dos materiais do mercado, limitando sua aplicação direta. Devido as características únicas de cada missão, normalmente são identificados conjuntos únicos de requisitos destes materiais. Este trabalho utilizou a ferramenta proposta pela Project Performance International, PPI para a coleta e análise de requisitos de uma blindagem espacial multifunção. Algumas modificações necessárias para o enquadramento da pesquisa de materiais foram propostas e discutidas. A metodologia foi vista como complexa porém robusta e foi considerada uma ferramenta muito interessante e eficaz para a condução de projetos de pesquisa de materiais espaciais.

Título	Controle de Atitude Convencional Aplicado a Espaçonaves Propulsadas por Velas Solares
Autor	Thauany Christiny Ferreira de Souza; Mário César Ricci
Resumo	O trabalho mostra que em espaçonaves propulsadas por velas solares é necessária a utilização de manobras para minimizar ou maximizar a pressão de radiação solar a fim de obter o controle; por isso é realizada a modelagem do subsistema de controle de atitude convencional utilizando rodas de reação e bobinas magnéticas. Por fim são apresentados os resultados das simulações para realização do controle de atitude da nave à vela desde a abertura das velas até configuração de máximo empuxo da pressão de radiação solar.

Sessão de Pôsteres

Título	Estudos sobre a aplicação de giros como atuadores para sistemas de controle de atitude de pequenos satélites
Autor	Luiz Felipe de Carvalho Briedis; Mário Cesar Ricci
Resumo	O desenvolvimento de um sistema de controle de atitude ágil para pequenos satélites emprega CMGs (Control Moment Gyros), apresentando precisão no apontamento, além da agilidade na aquisição do posicionamento, a utilização de CMGs de um eixo cardan (SGCMGs) para o aperfeiçoamento de tal sistema é apropriado. Proposta feita a fim de suprir e fomentar a necessidade de pesquisa com relação a sistemas de controle de posicionamento ágil e preciso para pequenos satélites brasileiros.

Título	Modelagem numérica de jaqueta de refrigeração e estratégias de otimização
Autor	Daniel Roberto Ferreira; Wladimir Mattos da Costa Dourado
Resumo	Este artigo aborda um método de modelagem por dinâmica dos fluidos computacional (CFD) de uma jaqueta de refrigeração típica de motor foguete a propelente líquido. A construção da malha e sua discretização são os principais fatores que podem ocasionar soluções numéricas instáveis, o objetivo foi analisar qual o melhor procedimento para realizar esta modelagem. Foi possível obter os resultados das temperaturas das paredes e perda de pressão do combustível, numa geometria simplificada, através de simulação por transferência de calor conjugada e comparar as soluções para dois modelos de turbulência. A partir desses dados será possível aplicar a metodologia em geometrias mais complexas. A segunda parte relaciona uma estratégia de otimização baseada em métodos evolutivos que pode ser utilizada neste tipo de sistema onde a função é multiobjetivo, alto tempo computacional e do tipo "black box".

Título	Implementação e validação do método de fechamento de turbulência PANS: "Partially Averaged Navier-Stokes"
Autor	Santiago Giménez de Castro; Wladimir Mattos da Costa Dourado
Resumo	O presente trabalho apresenta um projeto de mestrado que consiste na implementação em OpenFOAM e subsequente validação do modelo de turbulência Partially Averaged Navier-Stokes (PANS) em escoamentos em regime incompressível. Por ser um modelo de resolução variável, o modelo PANS permite ajustar a precisão e o custo das simulações de turbulência de acordo com as necessidades e as limitações dos recursos computacionais disponíveis. A turbulência sub-filtro é modelada por relações de fechamento que devem ser válidas independente da escala de corte do filtro, e sua generalidade para qualquer escala de corte deve ser comprovada. Este aspecto o torna de grande interesse, uma vez que simulações por "Large Eddy Simulations" (LES) resultam custosas demais e simulações por "Reynolds Averaged Navier-Stokes" (RANS) frequentemente padecem de precisão satisfatória. Por este motivo, relativa atenção tem sido dada à validação e ao refinamento do modelo PANS e diversos outros modelos de resolução variável, e já há extensa literatura sobre o assunto. Em contraste com estes trabalhos, propomos realizar a validação do modelo em casos cuja geometria reproduza a de combustores de que dispomos dados experimentais para comparação, de forma a estudar o escoamento inerte e adaptar o modelo para uma posterior extensão a um trabalho de simulação de combustão turbulenta.

Título	Projeto de um pirolisador solar de biomassa
Autor	Aline Gonçalves de Azevedo; Fernando de Souza Costa
Resumo	O elevado impacto da geração e consumo de energia sobre o meio ambiente tem pressionado a sociedade e a comunidade científica, em particular, na busca por soluções racionais e sustentáveis. A biomassa é uma fonte renovável e com grande potencial para geração de energia limpa. No entanto, o poder calorífico da biomassa é relativamente baixo, assim torna-se necessário o seu pré-tratamento. A pirólise é um processo de decomposição térmica que resulta na produção de carvão, gás e óleo pirolítico. A finalidade desse estudo é realizar o desenvolvimento de um pirolisador de biomassa, empregando radiação solar, especialmente para a geração de bio-óleo. Serão inicialmente realizadas a preparação, caracterização e análise térmica de biomassas. Em seguida será efetuada a produção de biocombustível. Por último serão feitas análises térmicas do bio-óleo (TG, DTG, DTA, DSC), e a determinação do poder calorífico.

Título	Propulsor híbrido de parafina e oxigênio gasoso com injeção tangencial
Autor	Nicollas Alexandre V. F. Pereira; Fernando de Souza Costa
Resumo	O desenvolvimento de um propulsor híbrido de geometria compacta do tipo panqueca e com injeção tangencial que possibilite a visualização do escoamento e forneça empuxo de 100 N, será o produto deste trabalho. O propulsor utilizará parafina e oxigênio gasoso como propelentes, usará tubeira do tipo aerospoke para reduzir o comprimento do motor e efetuar compensação de variação da pressão externa e irá dispor de uma janela de acrílico para análise do escoamento. Serão medidas a pressão na câmara e o empuxo produzido, e serão determinados o impulso específico, velocidade característica e a taxa de regressão da parafina em função do fluxo de massa do oxidante. Espera-se comparar os dados experimentais com os disponíveis na literatura, assim como os dados obtidos de softwares e de simulações. Os resultados permitirão um melhor entendimento do processo de queima em propulsão híbrida.

Título	Simulador de manobras de atracação de satélites dotados de manipuladores robóticos
Autor	Anderson Brazil Nardin; Evandro Marconi Rocco
Resumo	Este trabalho trata da modelagem de um sistema robótico em ambiente espacial, levando em consideração as perturbações causadas à atitude do satélite decorrentes de torques gerados pelo acionamento dos mecanismos robóticos na fase de atracação (berthing) entre satélites artificiais. O movimento da base do robô, em virtude do reposicionamento do satélite por meio de seus atuadores, altera dinamicamente a distância do ponto meta. A mitigação dos erros de posicionamento, gerados pelos movimentos do satélite artificial e aqueles oriundos dos movimentos do aparato robótico, nos possibilita uma visão mais clara sobre as estratégias necessárias para o uso futuro desta tecnologia. A análise realizada sugere que a elaboração de modelos que contemplem a correção dinâmica de erros de posicionamento e operação simultânea, bem como cooperativa, dos sistemas de controle do satélite artificial e do robô proporciona vantagens em missões deste tipo.

Título	Calculo da espessura de filme fluido e distribuição de pressão em contatos lubrificadas elastohidrodinamicamente sob cargas elevadas
Autor	José Antonio Batista Neto; Mário Cesar Ricci
Resumo	Este trabalho trata de resumir procedimentos de cálculos a fim de fornecer subsídios à motivação para o desenvolvimento de lubrificantes sintéticos.

Sessão 4 – Chair: [Dr. Mário César Ricci](#)

Título	Estudos sobre a aplicação de giros como atuadores para sistemas de controle de atitude de pequenos satélites
Autor	Luiz Felipe de Carvalho Briedis; Mario Cesar Ricci
Resumo	O desenvolvimento de um sistema de controle de atitude ágil para pequenos satélites emprega CMGs (Control Moment Gyros), apresentando precisão no apontamento, além da agilidade na aquisição do posicionamento, a utilização de CMGs de um eixo cardan (SGCMGs) para o aperfeiçoamento de tal sistema é apropriado. Proposta feita a fim de suprir e fomentar a necessidade de pesquisa com relação a sistemas de controle de posicionamento ágil e preciso para pequenos satélites brasileiros.

Título	Estudo e implementação de um sistema de comunicação I2C entre OBC e carga útil para o programa Nanosatc-BR
Autor	Guilherme Boscolo; Lázaro Camargo; Marcelo Essado; Carlos Gomes; Jeanne Lima; Fátima Mattiello-Francisco; Otávio Durão
Resumo	O artigo apresenta o estudo e implementação de um sistema de comunicação I2C entre a OBC (on-board computer) e carga útil ISLP - Sonda de Langmuir para o Programa NanosatC-BR – Desenvolvimento de Cubesats, realizado durante mini estágio do Curso de Inverno ETE/INPE 2017. Com o objetivo de fornecer ao aluno um aprofundamento na área de Sistemas Espaciais o trabalho foi executado conforme as etapas: pesquisa, análise, execução e documentação das práticas realizadas. O resultado do trabalho é um conjunto de testes e simulações no que tange ao princípio de funcionamento do barramento I2C, transmissão dos dados e limitações da arquitetura de comunicação. Assim, este trabalho traz algumas das lições aprendidas no período de estágio, as quais poderão ser úteis para estudos futuros e outras aplicações.

Título	Um estudo de software simulador AOCS para CubeSats
Autor	Douglas Landim; Jeanne Lima; Lázaro Camargo; Marcelo Essado; Carlos Gomes; Fátima Mattiello-Francisco; Otávio Durão
Resumo	Este artigo apresenta o estudo realizado sobre um software de simulação de atitude, determinação e controle de órbita para Cubesats. O trabalho foi desenvolvido como parte das atividades do Curso de Inverno ETE/INPE 2017 durante o mini estágio prático, no contexto do Programa NanosatC-BR – Desenvolvimento de Cubesats. Para o desenvolvimento e aprofundamento do tema na área de Sistemas Espaciais, buscou-se cumprir as atividades previstas no plano de estágio: pesquisa, análise, execução e documentação das práticas realizadas. São apresentados os aspectos relacionados a modelagem, parâmetros, fluxo de operação e funcionalidades do software ISIS AODCS.

Título	Perturbações orbitais sobre um satélite artificial na vizinhança de Deimos
Autor	Liana Dias Gonçalves; Evandro Marconi Rocco; Rodolpho Vilhena de Moraes
Resumo	O presente trabalho apresenta um estudo das principais perturbações orbitais capazes de alterar a órbita de um satélite artificial na vizinhança de Deimos, a menor e mais distante lua de Marte. São consideradas a perturbação devido ao campo não central de Deimos, a intensa atração gravitacional de Marte, a atração gravitacional de Fobos e do Sol e a pressão de radiação solar. O potencial gravitacional de Deimos é modelado utilizando o método dos poliedros e o potencial gravitacional de Marte é modelado a partir da expansão em harmônicos esféricos. A partir desse estudo é possível determinar a trajetória que seria descrita por um satélite artificial ao redor de Deimos, mesmo quando levadas em consideração as intensas forças perturbativas capazes causar significativos desvios na órbita do veículo espacial.

Sessão 5 – Chair: [Dr. Maurício Gonçalves Vieira Ferreira](#)

Título	Engenharia de requisitos aplicada à especificação de novas gerações de PCDU espaciais
Autor	Herbi Moreira; Renato Magalhães
Resumo	O presente artigo tem por objetivo propor a elaboração dos requisitos de desempenho de uma nova geração de PCDU (Power Conditioning and Distribution Unit) para uso nos satélites das missões espaciais brasileiras do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A PCDU proposta nesse trabalho baseia-se na modificação da atual topologia adotada no CBERS, cujo foco principal é atender tanto às futuras missões CBERS quanto à plataforma multimissão (PMM), podendo ser utilizada em qualquer satélite de baixa órbita (LEO) a ser desenvolvido pelo programa espacial brasileiro, incluindo também satélites geoestacionários (GEO).

Título	Avaliação do posicionamento relativo de uma disposição de satélites em formação orbital sobre a configuração de um tetraedro regular
Autor	Wagner Frederico Cesar Mahler; Evandro Marconi Rocco; Denilson Paulo Souza dos Santos
Resumo	Este trabalho estuda a disposição de quatro satélites em formação orbital, de forma que o agrupamento deles aconteça de maneira periódica, em uma geometria tetraédrica regular. A configuração da formação é calculada analisando o problema da ótica geométrica e disposta ajustando precisamente os parâmetros orbitais de cada satélite. O problema é dividido em duas fases. Na Fase A: os corpos são posicionados em uma configuração tetraédrica regular, ao redor da Terra, e seus parâmetros orbitais são calculados para aquela situação; Fase B: os parâmetros orbitais obtidos são reutilizados e o movimento dos satélites passa a ser perturbado por quatro perturbações orbitais: i) potencial gravitacional terrestre considerando ordem e grau 1000; ii) as atrações gravitacionais do Sol e da Lua; iii) pressão de radiação e iv) arrasto atmosférico. Ambas as fases utilizam as equações da mecânica celeste para a obtenção das trajetórias espaciais, e o problema é simulado em um ambiente computacional denominado Spacecraft Trajectory Simulator (STRS). Para que a posição dos satélites não seja degradada, um sistema de controle, já embutido no STRS, é utilizado com o intuito de minimizar os efeitos das perturbações orbitais utilizando propulsão de baixo empuxo. A formação do tetraedro é detectada por meio de um flag que indicará o instante em que os satélites se dispuseram em uma geometria tetraédrica regular.

Título	Descrição da missão do CubeSat Alfa
Autor	Eduardo Bürger; Geilson Loureiro; Gabriel Gustavo Coronel Mariño; Christopher Schneider Cerqueira
Resumo	Com o objetivo de proporcionar aos alunos do curso de pós-graduação em Engenharia e Tecnologias Espaciais do INPE o contato com uma missão espacial real, assim como apoiar a convergência nos projetos de pesquisa da pós-graduação e atrair novos recursos, nasceu o Programa de Capacitação Tecnológica em Engenharia Espacial – CTEE. Baseado em nanosatélites, o primeiro sistema desenvolvido pelos alunos será o CubeSat Alfa. Este trabalho aborda a fase de definição dessa missão, desde a identificação dos objetivos da missão e stakeholders, captura e análise de necessidades, criação de concepções de missão, e a definição da missão. O trabalho utilizou entrevistas, análises e discussões de viabilidade, conceito de operação (CONOPS) e as lições aprendidas de outros projetos similares para compor o documento “Descrição de missão”, que foi adaptado a partir da norma europeia ECSS-E-ST-10 Anexo B. O resultado do trabalho indica principalmente o conceito da missão Alfa e as cargas úteis que farão parte do sistema.

Título	Data collection subsystem modeling and simulation using Simulink
Autor	Italo Pinto Rodrigues; Raphaela Góes; Christopher Shneider Cerqueira; Ana Maria Ambrosio
Resumo	This article presents the result of an experiment developed during the short internship of the Winter Introductory Course on Space Engineering and Technology at INPE which supported the SIMCBERS simulator modeling and verification. It was implemented a performance model of the Data Collection Subsystem using Simulink. The results that came from this experiment were very satisfying, because it was possible to demonstrate, in an easy and quick implementation of the Subsystem in a graphic language, how to verify the performance requirements and to validate the behavior models of a subsystem.

Título	Gerenciamento de riscos na fase inicial de uma missão espacial de iniciativa educacional e tecnológica
Autor	Gabriel Torres de Jesus; Christopher Shneider Cerqueira; Jeanne Lima; Gledson Diniz; Milton de Freitas Chagas Júnior
Resumo	Missões espaciais enfrentam grandes riscos e desafios tecnológicos, científicos e gerenciais. Cada projeto é único e uma abordagem correta é essencial para seu sucesso. O objetivo deste artigo é apresentar o gerenciamento de riscos na fase inicial da missão espacial Alfa, uma iniciativa do programa de Capacitação Tecnológica em Engenharia Espacial. Os resultados evidenciam as abordagens utilizadas de simplificação de norma aplicável, inclusão de boas práticas de gerenciamento de incertezas e aplicação de planejamento em ondas sucessivas, adequadas às necessidades do projeto.

Palestra

Título	O projeto ITASAT - Lições Aprendidas
Palestrante	Lídia Hissae Shibuya Sato
Resumo	Será apresentada a missão ITASAT, o seu surgimento, os desafios enfrentados, o processo de montagem, integração e testes e as lições aprendidas pela equipe de projeto.

Mesa Redonda

Título	CTEE – Programa de Pequenos Satélites e a PG-ETE
Moderador	Christopher Shneider Cerqueira
Participantes da mesa	Dra. Mônica Elizabeth Rocha de Oliveira
	MSc. Marcelo Essado
	Dr. Walter Abrahão
	MSc. Renato Branco
	Dra. Maria de Fátima Mattiello-Francisco
Resumo	<p>O Programa CTEE (Capacitação Tecnológica em Engenharia Espacial), assim como o WETE, foi idealizado pelos alunos, para os alunos, e está inserido dentro do contexto da Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais. Este é um programa que engloba ensino, pesquisa, e a extensão prática, considerando a vivência em Engenharia Espacial – convergindo estes aspectos para a formação do aluno, bem como para o próprio curso. Nesta mesa redonda serão apresentados os conceitos relativos ao programa e seus desdobramentos, seguida por três rodadas de debate: (i) a formalização de um plano principal e suas contribuições/desdobramentos; (ii) os aspectos de decisão e gestão do Programa CTEE, e (iii) as soluções para o projeto Alfa.</p>

Palestrantes

[Marcelo Essado](#)



Marcelo Essado atua na área espacial há mais de 13 anos, é autor do livro "Sistemas Espaciais: Refinamento de Requisitos em Missões de Satélites" e artigos técnicos e científicos. É diretor da empresa EMSISTI Sistemas Espaciais & Tecnologia, membro da diretoria da Associação Aeroespacial Brasileira (AAB) e especialista em avaliação aeroespacial na Associação COBRUF - Competição Brasileira Universitária de Foguetes. Empreendedor, mentor, professor e palestrante fundou duas startups e desenvolve projetos tecnológicos, educacionais e sociais.

[Lídia Hissae Shibuya Sato](#)



Possui graduação em Engenharia Elétrica Com Ênfase Em Telecomunicações pela Universidade de Mogi das Cruzes (2003) e mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (2008). Atualmente é aluna de doutorado do INPE, no programa de Engenharia e Tecnologias Espaciais e trabalha no programa de desenvolvimento de pequenos satélites, fomentado pela Agência Espacial Brasileira (AEB), com desenvolvimento pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e outras universidades, e neste projeto tem a função de coordenadora técnica e engenheira de sistemas. Têm experiência em engenharia eletrônica, engenharia de sistemas e análise de missão de pequenos satélites.

Informações gerais

Site e e-mail oficial do evento:

<http://www.inpe.br/wete>

wete@inpe.br

Facebook:

<https://www.facebook.com/wete.inpe>

Local do evento:

Auditório Fernando Mendonça, no LIT, nas dependências do INPE.

Fone: (12) 3208-6000

Av. dos Astronautas, 1.758, Jd. da Granja- São José dos Campos, 12227-010

Participantes apresentadores:

Solicitamos que os participantes que irão realizar apresentações em sessões técnicas do workshop apresentem-se com uma antecedência adequada ao local da sessão para que seus arquivos sejam disponibilizados nos computadores locais e as apresentações sejam devidamente testadas.

Certificados:

Certificados de participação do WETE, participação das palestras e apresentação de trabalhos serão enviados digitalmente.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

<http://www.inpe.br>

ETE – Engenharia e Tecnologia Espaciais

http://www.inpe.br/pos_graduacao/cursos/ete/

CMC – Área de concentração em Mecânica Espacial e Controle

http://www.inpe.br/pos_graduacao/cursos/ete/linhas_pesquisa_mec.php

CMS – Área de concentração em Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores

http://www.inpe.br/pos_graduacao/cursos/ete/linhas_pesquisa_ctms.php

CSE – Área de concentração em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais

http://www.inpe.br/pos_graduacao/cursos/ete/linhas_pesquisa_egse.php

LCP – Área de concentração em Combustão e Propulsão

http://www.inpe.br/pos_graduacao/cursos/ete/linhas_pesquisa_cp.php



MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**

