

Programa: Rota 2030 - FUNDEP - Chamada PD&I 01.03/2021
Eixo I – BIO: Bioenergia eficiente aplicada ao setor dos transportes
FAIXA A - Até R\$ 1.000.000,00

Desenvolvimento de motor automotivo movido a biohidrogênio para o mercado brasileiro

Coordenador geral: Prof. Dra. Nina Paula Gonçalves Salau
Coordenador associado: Prof. Dr. Thompson Diórdinis Metzka Lanzasova

Instituição proponente: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Apoio econômico: Marelli Sistemas Automotivos Industria e Comercio Brasil LTDA e e TCA/HORIBA Sistemas de Testes Automotivos LTDA.

Linhas temáticas: **b)** Aplicações de biocombustíveis (etanol, biogás, biometano, HVO [diesel verde], biohidrogênio, biodiesel, farnesano, dentre outros) e combustíveis alternativos avançados (óleo pirolítico, gás de síntese, dentre outros) estritamente focados na melhoria de desempenho em motores aplicados à propulsão veicular, incluindo desenvolvimento do sistema propulsor, acessórios e estratégias de operação e controle. **d)** Desenvolvimento de processos, sistemas e/ou dispositivos para a habilitação do uso de biocombustíveis e combustíveis alternativos em sistemas de propulsão veicular elétrica e/ou híbrida, incluindo processo de reforma e/ou célula a combustível. **f)** Desenvolvimento de equipamentos, softwares, algoritmos e mecanismos para melhoria do processo de combustão de biocombustíveis automotivos (leves, pesados, agrícolas), incluindo aquisição de dados, simulação e calibração de mapas de motores.

b) Resumo expandido:

O hidrogênio, quando produzido a partir de fontes renováveis, tem sido reconhecido como uma alternativa excelente para descarbonização do setor de transportes. Com efeito, o uso automotivo de biohidrogênio em motores de combustão interna constitui-se como a solução **mais rápida, mais fácil** e, potencialmente, **mais barata** para atacar, ao mesmo tempo, a **poluição** nos grandes centros e a **emissão de gases de efeito estufa**. Seu emprego apresenta o potencial de *retrofitting* a diversas classes de motores e veículos, aproveitando o parque instalado de veículos e motores. O hidrogênio, no entanto, é altamente reativo e seu uso em motores de ignição por centelha resulta frequentemente em problemas de *knock* (detonação) e *backfire*, ambos danosos ao motor e seus componentes. Além disso, a ocorrência de detonação impõe limites à eficiência térmica, devendo ser mitigada com estratégias e tecnologias adequadas como injeção de água, EGR resfriada, controle térmico ativo, entre outros. Estas tecnologias também podem ser empregadas para controle de emissões de NOx, que podem ser um problema com hidrogênio pois sua temperatura de chama adiabática, apesar não ser a maior entre os combustíveis mais comuns, em conjunto com elevada velocidade de chama, gera temperaturas altas na câmara de combustão, potencialmente elevando emissões de NOx em plena carga. Este projeto visa, portanto, o desenvolvimento de um demonstrador de tecnologia de motor para aplicação veicular, de alta eficiência, movido a biohidrogênio. Serão avaliadas as melhores soluções tecnológicas para aplicação automotiva através da investigação do desempenho do processo de combustão e da geração de emissões de NOx. Serão identificados os desafios da aplicação em motores automotivos atuais e propostas soluções de compromisso e que norteiem novos desenvolvimentos para o mercado nacional, muito sensível ao custo e com suas especificidades. A performance do uso de biohidrogênio será avaliada em um processo de desenvolvimento integrado de simulação e experimentação. Resultados a serem obtidos em motor monocilíndrico de pesquisas serão implementados em um motor multicilindros automotivo, no qual dados experimentais de desempenho e emissões serão também adquiridos, de forma a validar um modelo computacional 1D. Este modelo será utilizado para uma simulação de ciclo padrão de condução, em um veículo representativo, com a qual será avaliada a autonomia, consumo, emissões de NOx, bem como benefícios e desafios de seu emprego. Ao final, obter-se-há um conjunto de dados de calibração e operação em motor monocilíndrico termodinâmico e em motor multicilindros automotivo, com modelos computacionais validados, e ensaios paramétricos otimizados mostrando o roadmap tecnológico tanto para o retrofitting de motores existentes, quanto para a projeto e calibração

de novos motores a biohidrogênio, para o mercado automotivo nacional. O projeto atende à **linha temática (b)** Aplicações de biocombustíveis, uma vez que trata do uso de biohidrogênio com vias de produzir um motor de alta eficiência, bem como à **linha temática (f)** através do “desenvolvimento de mecanismos para melhoria do processo de combustão de biocombustível automotivo, incluindo aquisição de dados, simulação e calibração de mapas de motores. Não obstante, ainda atende à **linha temática (d)** ao proporcionar o desenvolvimento de tecnologia que habilitaria o uso de biocombustível (biohidrogênio) em veículos híbridos. A equipe **multidisciplinar** do projeto, com pesquisadores das engenharias química e mecânica, possui ampla experiência em trabalhos conjuntos e diversas publicações em pesquisa e desenvolvimento de biocombustíveis e sua aplicação otimizada em motores de combustão. O grupo de pesquisa em motores, combustíveis e emissões (GPMOT) realizará os ensaios de performance e emissões em motor monocilíndrico e multicilindros a H₂, enquanto que atuará junto com os pesquisadores do Laboratório de Engenharia de Processos Assistida por Computador (LEPAC) desenvolvendo projetos de experimentos e a modelagem termodinâmica CFD 1-D e 3-D para acompanhamento e aprimoramento dos ensaios de motor, culminando com o mapeamento da operação do motor multicilindros com o uso de redes neurais artificiais. O grupo também conta com laboratórios do curso de engenharia química no que tange à análise físico-química de biocombustíveis e ao desenvolvimento de softwares, algoritmos e mecanismos para melhoria do processo de combustão de biocombustíveis automotivos, dispondo de professores e técnicos aptos a apoiar as demandas dos projetos de pesquisa e desenvolvimento. O GPMOT teve diversos projetos com financiamento externo aprovados no passado, incluindo 3 projetos no edital Rota 2030 linha V em 2020, que reforçaram a estrutura do já muito bem montado laboratório de motores, dotado de modernas instalações para P&D que em conjunto com as excelentes instalações da engenharia química, garantem a plena execução dos objetivos desta proposta.

c) Objetivo da proposta:

Objetivo geral: Desenvolver um motor automotivo a biohidrogênio, e de alta eficiência, zero emissões de carbono e baixas emissões de NO_x.

Objetivos específicos:

1. Realizar ensaios preliminares um motor monocilíndrico de pesquisas;

2. Construir um modelo computacional em GT-Power completo, validado, confiável, do motor monocilíndrico de pesquisas utilizando hidrogênio, consolidando um processo de desenvolvimento integrado de simulação e experimentação.
3. Configurar e validar modelos preditivos de *knock* e combustão turbulenta para hidrogênio utilizando software de fluidodinâmica computacional Converge
4. Utilizando DOE, realizar simulações e ensaios paramétricos da operação com biohidrogênio, obtendo dados para otimização que leve a melhorias no processo de combustão e na eficiência de operação.
5. Realizar estudos paramétricos em motor monocilíndrico de pesquisas e analisar a influência de diferentes razões ar-combustível, razões de compressão, atraso de ignição e limitações devido à autoignição com o biohidrogênio, bem como *backfire*.
6. Identificar o potencial do biohidrogênio para operação desestrangulada com diluição por ar, gases queimados (EGR e/ou gases residuais) ou ambos.
7. Realizar ensaios em um motor multicilindros automotivo, aplicando os resultados obtidos com os estudos no motor monocilíndrico e em simulação.
8. Gerar mapas base de calibração com o auxílio de modelos de redes neurais artificiais (ANN) e adquirir dados que sirvam de referência para a indústria nacional
9. Realizar ensaio final do motor multicilindros em dinamômetro de bancada, adquirindo dados de eficiência e emissões;
10. Apresentar os desafios tecnológicos para operação com biohidrogênio em motores atuais.
11. Realizar simulação veicular em ciclo urbano de condução, com os dados obtidos de ensaio em dinamômetro de bancada do motor multicilindros a biohidrogênio
12. Desenvolver recursos humanos especializados: engenheiros, mestres e doutores capacitados para atender às demandas da indústria nacional.
13. Produzir material técnico/bibliográfico para disseminação do conhecimento
14. Aumentar a cooperação internacional com a equipe de parceiros.
15. Aumentar a visibilidade do grupo de pesquisas perante a indústria nacional
16. Demonstrar o potencial do biohidrogênio como solução nacional

d) Justificativa e relevância:

Problema a ser resolvido: Viabilizar tecnicamente a aplicação de biohidrogênio em motores automotivos nacionais. Embora demonstre alto potencial para uso como combustível

em motores de combustão interna (MCI), o hidrogênio é altamente reativo e seu uso em motores de ignição por centelha resulta em três principais problemas: 1) frequente ocorrência de *knock* com o aumento de temperatura da câmara e disponibilidade de oxigênio para reação; 2) em motores com tecnologia de injeção no pórtilo (PFI), que são a maioria no país, incidência do chamado *backfire*, quando parte do combustível injetado no pórtilo reage com o oxigênio do ar e sofre autoignição, com possíveis danos ao sistema de admissão; 3) emissões de NOx: devido à alta velocidade de chama e temperatura de combustão com hidrogênio, ocorre a formação de emissões de óxidos de nitrogênio. Logo, soluções tecnológicas devem ser criadas para mitigar a ocorrência de *knock* e *backfire*, bem como no controle de emissões de NOx na aplicação de H₂ como combustível.

A utilização de biohidrogênio (hidrogênio produzido de fontes renováveis) é, provavelmente, a melhor solução de curto prazo para mitigar emissões de gases de efeito estufa, bem como para eliminar emissões de poluentes locais, como CO, hidrocarbonetos não queimados e aldeídos, restando apenas NOx. As emissões de NOx podem ser reduzidas ou controladas pelo uso da diluição, especialmente com EGR resfriada, porém também com combustão suficientemente pobre. Ambas as tecnologias reduzem a potência máxima em plena carga, porém promovem redução de trabalho de bombeamento em carga parcial. Alternativamente, a injeção de água aparece como uma solução para NOx em carga alta, ao mesmo tempo que oferece um método efetivo para controle de detonação, contribuindo para o aumento da eficiência do motor.

A combustão de hidrogênio em motores (MCI-H₂) é uma solução nascente, mas pode preencher um nicho importante aproveitando tecnologias e cadeias de abastecimento estabelecidas. Entre as outras mais comuns tecnologias de emissão de carbono zero (biocombustíveis em geral, célula combustível e veículo elétrico a bateria), a combustão de hidrogênio ainda está em sua infância, apesar de uma história (irregular) que remonta ao motor de 1806 de Rivaz [1], que funcionava com uma mistura de hidrogênio-oxigênio. Por muito tempo, os motores de combustão a hidrogênio foram desconsiderados, pois os custos altíssimos do hidrogênio tornavam o trem de força antieconômico. Hoje, no entanto, alguns OEMs automotivos, fornecedores de componentes e start-ups estão reconsiderando a combustão de biohidrogênio como um componente adicional de seus futuros portfólios de trem de força, junto com baterias e células de combustível.

Apesar dos desenvolvimentos impressionantes, as baterias e a tecnologia de células de combustível ainda não estão prontas para atender a determinados requisitos de alta potência por longos períodos, baixo tempo de recarga, baixo custo de instalação (CAPEX), entre outros

problemas. Os motores de combustão interna atendem a esses requisitos há décadas, e uma mudança de combustíveis fósseis para o hidrogênio pode ser uma maneira direta de descarbonizar esses motores, com uma exigência relativamente pequena de novas inovações técnicas. Além dessas considerações, MCI-H2s oferecem outras vantagens para OEMs automotivos e fornecedores de componentes: eles fazem uso do know-how e trabalhos de engenharia atuais, aproveitam as cadeias de suprimentos existentes e as capacidades de produção na indústria automotiva e não criam preocupações de sustentabilidade e integridade em torno do fornecimento e reciclagem de metais preciosos ou terras raras [2]. Além dessas considerações, os MCI-H2s oferecem outras vantagens para OEMs automotivos e fornecedores de componentes: eles fazem uso do know-how e trabalhos de engenharia atuais, aproveitam as cadeias de suprimentos existentes e as capacidades de produção na indústria automotiva e não criam preocupações de sustentabilidade e integridade em torno do fornecimento e reciclagem de metais preciosos ou terras raras, como nas baterias e células a combustível.

Aumento da competitividade: O emprego de biohidrogênio é, possivelmente, a solução **mais rápida, mais fácil** e, potencialmente, **mais barata** para atacar, ao mesmo tempo, a **poluição** nos grandes centros e a **emissão de gases de efeito estufa**. Esse projeto irá oferecer dados demonstrativos da aplicação de biohidrogênio em motores de veículos nacionais, de produção, com o mínimo possível de alterações. Serão apontadas estratégias de calibração e configuração do motor, favorecendo ganhos de eficiência e reduções muito expressivas de emissões de poluentes locais, visando atender a legislações atuais e futuras, aumentando a competitividade dos fabricantes que delas se utilizarem. As alterações nos motores atuais que permitam o uso de hidrogênio configuram, também, **melhorias técnicas**, ampliando o portfólio de aplicações e **incorporando uma nova tecnologia a um produto já existente**. Por fim, serão produzidos dados de suma importância para a indústria se preparar e antecipar as tendências de mercado, com foco nas especificidades nacionais, tendo em vista um ambiente de negócios muito sensível ao custo. Os motores de combustão a biohidrogênio podem aproveitar e aprimorar as tecnologias existentes, além de fornecer uma opção de emissão de carbono zero, ao mesmo tempo que apoiam o crescimento da infraestrutura de distribuição, favorecendo a **criação de um novo mercado** de mobilidade a biohidrogênio.

Além disso, o projeto atende ao **item 7.1.1 do edital** ao apresentar uma solução tecnológica tangível para o problema da poluição urbana e emissões de carbono, em alternativa à

eletrificação pura, auxiliando o setor produtivo a atingir metas ambientais futuras. Ao mesmo tempo, avança estudos anteriores do grupo, em hidrogênio, transformando-o em tecnologia disruptiva ao apresentar protótipo funcional de novo combustível cuja infraestrutura ainda não está criada, o que também abre oportunidades para startups nas áreas de produção de biohidrogênio, de sistemas e estações de distribuição, bem como e também sistemas de conversão veicular para operação com biohidrogênio.

e) Resultados previstos:

Resultados do ponto de vista técnico-científico:

1. Identificação das condições termodinâmicas que limitam a ocorrência de combustão estável/ótima mediante diluição com ar ou EGR
2. Identificação de avenidas para redução de NOx na combustão com biohidrogênio
3. Geração de modelos computacionais validados, aptos para este e para projetos futuros, empregando a tecnologia proposta
4. Potencial maior de atendimento a futuras normas e legislações de eficiência e emissões
5. Grande atenção para os resultados gerados, a serem publicados e **difundidos** em publicações científicas e em eventos científicos.
6. Grande capacitação de recursos humanos na pesquisa com biohidrogênio: os alunos e pesquisadores terão intenso aprendizado com os desenvolvimentos advindos do projeto, que os capacitam ainda mais para projetos futuros. Para os alunos, isso representa maior empregabilidade. Para as empresas, mão-de-obra especializada. Para o país, desenvolvimento tecnológico.

Resultados do ponto de vista de inovação:

1. O biohidrogênio é visto como o combustível do futuro
2. Não há em solo nacional nenhum veículo atualmente rodando com hidrogênio. Os resultados deste projeto visam sua direta aplicação veicular.
3. O uso de injeção de água em motores a hidrogênio como agente de controle de detonação e sua recuperação por condensação da descarga é um conceito **inédito** e **pioneiro** e faz todo o sentido, pois a descarga do motor a hidrogênio é, praticamente, 100% constituída de água.

Resultados do ponto de vista perspectivas de transferência e incorporação ao setor automotivo:

1. Os resultados preliminares da tecnologia serão apresentados, primariamente, em um motor monocilíndrico de pesquisas, validando a tecnologia em ambiente relevante, em nível de TRL5.
2. Os resultados finais da tecnologia serão apresentados em um motor, multicilindros automotivos, em uso no mercado nacional, apresentando um protótipo demonstrador em ambiente relevante, em nível de TRL 6.
3. Tal nível de maturidade tecnológica posiciona-se bem próximo da aplicação e, em apresentando resultados satisfatórios, tem um enorme potencial de incorporação ao setor automotivo, pelas possibilidades que oferece com o mínimo ou quase inexistente nível de modificação no hardware original.

f) Cronograma resumido:

O seguinte cronograma mostra as atividades a serem desenvolvidas ao longo dos 36 meses de projeto:

[illegible]

g) Equipe técnica:

UFSM

Além dos alunos de graduação e pós-graduação com bolsas requisitadas no projeto, os seguintes membros integram a equipe da UFSM:

- **Profa. Dra. Nina Salau (Professora – UFSM) – pesquisadora:**

Bolsista de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT 2 desde 2015. Editora Associada do periódico Chemical Engineering Communications que possui Qualis A1 na área de Engenharias II. Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Maria (2002) e mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2004). Concluiu o doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em dezembro de 2009. Foi bolsista do Deutscher Akademischer Austausch Dienst (DAAD) no seu período sanduíche de 2 anos em Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen na Alemanha. Atuou como Professora Adjunta I do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa entre abril e agosto de 2010. Atualmente é Professora Associada II, Coordenadora Substituta e Membro do Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Química, Docente Permanente e Membro do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Maria. Também atua na Comissão de Iniciação Científica da Universidade Federal de Santa Maria. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Processos Industriais de Engenharia Química, atuando principalmente nos seguintes temas: Modelagem, simulação e otimização de processos químicos, ambientais e biotecnológicos; Estimção de estados e parâmetros; Estratégias de controle multivariável; Processos adsorptivos e catalíticos; Produção de álcoois combustíveis e olefinas; Avaliação energética e ambiental de combustíveis alternativos em motores de combustão interna.

- **Prof. Dr. Thompson Lanza Nova (Professor – UFSM) – pesquisador:**

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSM. Possui PhD em engenharia mecânica pela Brunel University - West London, onde foi bolsista CNPQ. Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Maria (2010) e mestrado em Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2013). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em

Fenômenos de Transporte, motores de combustão interna e combustíveis renováveis. Participou dos programas SAE Baja (2006-2010) e SAE Formula (2010) da universidade federal de Santa Maria. Atuou como pesquisador na área de motores de combustão interna e biocombustíveis na Universidade Federal de Santa Maria (2010-2014). Atuará como pesquisador do projeto, realizando e coordenando simulações e experimentos, mantendo a interface com a instituição associada e supervisionando/orientando as atividades propostas.

- **Dr. Vinícius Rückert Roso – (Pós-doutor – UFSM) pesquisador:**

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em 2013, Mestrado em Engenharia de Produção também pela UFSM em 2016, Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA) em 2016. Em 2019 concluiu Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com pesquisas desenvolvidas no Centro de Tecnologia da Mobilidade (CTM). Sua área de atuação tem ênfase em mobilidade sustentável, motores de combustão interna, ciclos de condução veicular, emissões de gases, fontes alternativas de energia e segurança em máquinas e equipamentos. Atualmente é professor substituto na UFSM campus Cachoeira do Sul e pesquisador a nível de pós-doutorado no GPMOT (Grupo de Pesquisa em Motores, Combustíveis e Emissões) da UFSM.

- **Dr. Jean Lucca Fagundez – (Pós-doutor – UFSM) pesquisador:**

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Maria. Possui graduação e mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Maria, com experiência nas áreas de modelagem computacional, termodinâmica, simulação e otimização de processos, biocombustíveis e motores ciclo Otto. Atualmente é pesquisador a nível de pós-doutorado no GPMOT (Grupo de Pesquisa em Motores, Combustíveis e Emissões) da UFSM, trabalhando principalmente em projetos ligados ao programa Rota 2030 da Linha V da Fundep. É possível destacar entre esses projetos o de desenvolvimento de um motor de combustão interna de alta eficiência para operação com biogás, o de injeção de etanol com ultra alta pressão em um motor ciclo Otto e o de utilização de ozônio como um aditivo para aumento de performance de um motor alimentado a etanol. No doutorado, fez parte de um projeto de pesquisa de biocombustíveis, com foco no álcool etílico super-hidratado. Foi encarregado do desenvolvimento de modelos computacionais avançados de

redes neurais artificiais em Matlab/Python e mecanismos cinéticos de reação em Cantera para o estudo de emissões, análise de combustão e predição de variáveis de processo de difícil medição em motores de ignição por centelha e HCCI. Durante o mestrado, trabalhou com a avaliação da eficiência energética do etanol super-hidratado em diferentes porcentagens de hidratação desde sua purificação pelo processo de destilação até seu uso como combustível em um motor ciclo Otto. Também avaliou a performance de um motor de ignição por centelha alimentado com n-butanol combustível frente a combustíveis usuais, como etanol hidratado e gasolina.

- **Sr. Roberto Garlet – (Técnico – UFSM) pesquisador - Técnico em Mecânica:**

Possui ampla experiência em manutenção de veículos e motores, obtida em vários anos como Sargento-Mecânico no Exército Brasileiro e como funcionário de retificadora de motores. Prestará o apoio técnico necessário à realização do projeto, no que tange à preparação de experimentos, fabricação e adequação de protótipos e dispositivos, instalação e montagem de motores no banco dinamométrico, manutenção de componentes, etc.

h) Orçamento detalhado:

O projeto seguirá o seguinte orçamento, conforme apresentado na planilha orçamentária submetida em anexo:

Dados Gerais do Projeto		Programa: ROTA 2030- FUNDEP Eixo I - BIO Chamada: PD&I 01.03/2021 FUNDEP	
Linha temática: b) d) f)			
Duração (em meses): 36			
Título: Desenvolvimento de motor automotivo movido a biohidrogênio para o mercado brasileiro			
Coordenador: Nina Paula Gonçalves Salau			

1. Instituições Participantes			
Nº	Financiadora	SIGLA	Classificação no projeto
1	Fundação do Desenvolvimento da Pesquisa	FUNDEP	Instituição Coordenadora

1.1 ICTs

Nº	ICT Participante	SIGLA	Classificação no projeto
1	Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	ICT Proponente

1.2 Empresas

Nº	Empresa Participante	SIGLA	Classificação no projeto
1	Marelli Sistemas Automotivos Indústria e Comércio Brasil LTDA	Marelli	Empresa
2	TCAVHORIZA Sistemas de Testes Automotivos Ltda.	TCAVHORIZA	Empresa

1.3 Instituições Gestoras

Nº	Instituição Gestora	SIGLA	Custo Administrativo
1	Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul	FAURGS	0.1000

1.4 Coordenação

Coordenador Geral	ICT	e-mail	Telefone	CPF
Nina Paula Gonçalves Salau	UFSM	ninasalau@ufsm.br		

1.5 Equipe executora

Nº	Nome	Formação	Função na equipe	ICT ou empresa	e-mail	Currículo Lattes	Etapas físicas vinculadas																									
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Coordenador	Nina Paula Gonçalves Salau	Doutor(a)	Coordenador	UFSM	ninasalau@ufsm.br	http://lattes.cnpq.br/423434060353989																										
1	Thompson Diógenes Metzka Lanzanova	Doutor(a)	Coordenador	UFSM	lanzanova@meccanica.ufsm.br	http://lattes.cnpq.br/410243068428629																										
2	Jean Lucio Souza Fagundes	Doutor(a)	Pesquisador	UFSM	jean.fagundes@acad.ufsm.br	http://lattes.cnpq.br/0684434432355860																										
3	Vinicius Rickert Pires	Doutor(a)	Pesquisador	UFSM	vinicius.rioso@meccanica.ufsm.br	http://lattes.cnpq.br/5653050458739346																										
4	Roberto Antônio Garlet	Graduado(a)	Técnico	UFSM	roberto.garlet@meccanica.ufsm.br	http://lattes.cnpq.br/68336225038983673																										
5	Graduando 1	Estudante	Bolsista - Graduando	UFSM																												
6	Graduando 2	Estudante	Bolsista - Graduando	UFSM																												
7	Graduando 3	Estudante	Bolsista - Graduando	UFSM																												
8	Mestrando 1	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	UFSM																												
9	Mestrando 2	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	UFSM																												
10	Mestrando 3	Graduado(a)	Bolsista - Mestrando	UFSM																												

Orçamento FUNDEP		
1	Custeio	R\$ 840,122.00
1.1	Pessoal	R\$ 414,000.00
1.1.1	Bolsas	R\$ 414,000.00
1.1.2	CLT	R\$ 0.00
1.2	Viagens	R\$ 48,700.00
1.2.1	Passagens	R\$ 27,500.00
1.2.2	Diárias	R\$ 21,200.00
1.3	Material de consumo	R\$ 245,600.00
1.4	Serviços de Terceiros	R\$ 40,920.00
1.5	Custos Administrativos	R\$ 90,902.00
2	Capital	R\$ 159,800.00
2.1	Material permanente	R\$ 111,800.00
2.2	Obras	R\$ 48,000.00
	Total	R\$ 999,922.00

Distribuição do recurso da Fundep

Item	Percentual
Bolsas de Formação	20.16%
Bolsas de Incentivo a Inovação e Pós-doutorado	21.24%
Material permanente	11.18%
Obras	4.80%
CLT	0.00%

Instruções

O campo "Gestora" deve ser selecionado na seção "Orçamento por Instituição" para cálculo dos custos administrativos.

Os demais dados são atualizados conforme as demais abas são preenchidas.

4.1 Elemento de Despesa: Bolsas

4.1.1 Bolsas de formação - Técnico, Graduação, Mestrado e Doutorado

Nº	Modalidade da bolsa (1)	Recebedor	Valor (R\$) (2)	ICT Recebedora (3)	Período (em meses) (4)	Dedicação semanal (em horas)	Valor (R\$)
1	Graduando(BG)	Graduando 1	700	UFSM	24	20	16,800.00
2	Mestrado (BM)	Mestrando 1	2100	UFSM	24	40	50,400.00
3	Mestrado (BM)	Mestrando 2	2100	UFSM	24	40	50,400.00
4	Mestrado (BM)	Mestrando 3	2100	UFSM	24	40	50,400.00
5	Graduando(BG)	Graduando 2	700	UFSM	24	20	16,800.00
6	Graduando(BG)	Graduando 3	700	UFSM	24	20	16,800.00

4.1.2 Bolsas de Pós-Doutorado e de Incentivo à Inovação

Nº	Modalidade da bolsa (1)	Recebedor	Valor (R\$) (2)	ICT Recebedora (3)	Período (em meses) (4)	Dedicação semanal (em horas)	Valor (R\$)
1	Coord. geral(COG)	Nina Paula Gonçalves Salau	5900	UFSM	36	12	212,400.00

6. Elemento de Despesa: Passagens Aéreas e Terrestres

Nº	Descrição do item (1)	Finalidade/Justificativa (2)	ICT Recebedora (3)	Valor unitário - Trecho completo (ida e volta)	Quant. dias da viagem	Quant. Pessoas	Valor (R\$)
1	Santa Maria - São Paulo ida e volta	Reuniões com empresas parceiras	UFSM	1,500.00	4.00	2	R\$ 3,000.00
2	Santa Maria - Heilbronn (Alemanha) ida e volta	Interação com a Heilbronn University (parceira de pesquisas do GPMOT UFSM) para o desenvolvimento de sistema de injeção de H2	UFSM	7,500.00	4.00	2	R\$ 15,000.00
3	Santa Maria - Detroit (EUA) ida e volta	Participação em congressos técnicos para apresentação de resultados ligados ao projeto	UFSM	9,500.00	4.00	1	R\$ 9,500.00

7. Elemento de Despesa: Diárias

Nº	Tipo	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário	Quant. Dias	Quant. Pessoas	Valor (R\$)
1	Diárias Nacionais	Viagem SM-SP	UFSM	R\$ 400,00	4	2	R\$ 3,200,00
2	Diárias Internacionais	Custeio de despesas durante viagens à Heilbronn University	UFSM	R\$ 1,500,00	4	2	R\$ 12,000,00
3	Diárias Internacionais	Custeio de despesas durante viagens à Detroit (EUA) para participação em congressos técnicos	UFSM	R\$ 1,500,00	4	1	R\$ 6,000,00

8. Elemento de Despesa: Material de Consumo

8.1 Material de consumo nacional

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário	Quant.	Valor (R\$)
1	Gás H2 (Cilindros em comodato)	Combustível necessário	UFSM	500	150	75,000,00
2	Dispositivos eletrônicos para instrumentação	Sensores e atuadores	UFSM	20,600,00	1	20,600,00
3	Perfis, peças, chapas, fixadores, adesivos, tarugos metálicos entre outros	Materiais para adequação de instalação de motor multicilindros	UFSM	20,000,00	1	20,000,00
4	Etanol e gasolina	Combustível líquido básico para testes preliminares de comparação/aquecimento de motor e solução de problemas	UFSM	7	500	3,500,00
5	Componentes para analisador de gases, dinamômetros e sistemas	Manutenção preventiva/corretiva dos equipamentos utilizados em ensaios experimentais	UFSM	38,000,00	1	38,000,00
6	Reposição de peças de compressores	Manutenção corretiva de compressores utilizados nas células de testes	UFSM	38,500,00	1	38,500,00
7	Cabos, fios, tubulações, conduites para instrumentação, mangueiras e outros	Cabos de conexão em geral para instrumentação das células de teste	UFSM	15,000,00	1	15,000,00

8.2 Material de consumo importado

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário em moeda estrangeira	Quant.	Moeda	Câmbio	Valor (R\$)
1	Sensor de pressão piezoelétrico para cilindro	Medição de pressão	UFSM	5,000,00	1	Euro	7	35,000,00

9. Elemento de Despesa: Serviços de Terceiros

9.1 Serviços de Terceiros Pessoa Jurídica

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário	Quant.	Valor (R\$)
1	Manutenção do ALV SESAM FTIR SII	O analisador de gases precisa de	UFSM	30,000,00	1	30,000,00
2	Importados	Soma dos valores de taxa de	UFSM	10,920,00	1	10,920,00

10. Elemento de Despesa: Material permanente

10.1 Material permanente nacional

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário	Quant.	Valor (R\$)
1	Computador portátil de alta performance	Equipamento que será utilizado para a aquisição online e em tempo real de dados experimentais para a simulação dos modelos computacionais propostos no projeto	UFSM	15,000,00	1	15,000,00
2	Compressor	Equipamento necessário para a compressão de gases em pressão e vazão específicas para uso em utilidades das células de teste	UFSM	39,000,00	1	39,000,00
3	Válvula reguladora automática de pressão	Válvulas utilizadas para regular a pressão de saída em cilindros de gases ultrapuros de H2 para a utilização nas linhas desse gás que abastecem as células de teste e o analisador de gases	UFSM	5,000,00	2	10,000,00
4	Cabine para jateamento	Limpeza e de componentes de motores e de adaptação nas células de testes	UFSM	10,000,00	1	10,000,00

10.2 Material permanente importado

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor unitário em moeda estrangeira	Quant.	Moeda	Câmbio	Valor (R\$)
1	Medidor de Vazão Coriolis para Gases	Instrumento de alta precisão utilizado na medição da vazão mássica (ou volumétrica), temperatura e densidade do H2, combustível gasoso utilizado no projeto	UFSM	6,000,00	1	Dólar	6.30	37,800,00

11. Elemento de Despesa: Obras

Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa (1)	ICT Recebedora (2)	Valor (R\$)
1	Construção de casa de gases	Construção de um depósito de gases/combustíveis para armazenamento seguro dos combustíveis e gases dos ensaios	UFSM	R\$ 48,000.00
2				
3				
4				
5				
VALOR TOTAL DO ELEMENTO DE DESPESA				48,000.00

12.1 Contrapartidas das EMPRESAS

Nº	Descrição do item	Aplicação no projeto	Valor unitário	Quant.	Unidade	Tipo (6)	Rubrica	Recurso (5)	Valor (R\$)	% de custos Administrativos	Valor dos custos Administrativos (permitido apenas para contrapartida Financeira)	Valor Total (R\$)
1	Horas de engenharia	Reuniões e suporte técnico ao longo do projeto	360	50	Horas	Econômica		Marelli	18,000.00		0.00	18,000.00
2	Peças e componentes	Envio de peças vitais ligadas à célula experimental ou ao motor para realização dos ensaios	80,000.00	1	Reais	Econômica		Marelli	80,000.00		0.00	80,000.00
3	Horas de uso de dinamômetro ativo	A empresa cederá um dinamômetro ativo para uso durante o projeto	360	1000	Horas	Econômica		TCAHORIBA	360,000.00		0.00	360,000.00

12.2 Contrapartidas das ICTs

Nº	Descrição do item	Aplicação no projeto	Valor unitário	Quant.	Unidade	Tipo (6)	Rubrica	Recurso (5)	Valor (R\$)	% de custos Administrativos	Valor dos custos Administrativos (permitido apenas para contrapartida Financeira)	Valor Total (R\$)
1	Bancada Dinamométrica	Utilização de bancada dinamométrica e sistemas auxiliares com motor experimental monocilíndrico para realização dos testes de pesquisa	300	2000	Horas	Econômica		UFSM	600,000.00		0.00	600,000.00
2	Uso do analisador de gases AVL SESAM FTIR SI	Análise das emissões de CO2 e compostos poluentes dos diferentes tipos de etanol testados	48,811.11	3	Horas	Econômica		UFSM	145,833.33		0.00	145,833.33
3	Uso do motor termodinâmico de testes Ricardo Proteus	Experimentos termodinâmicos para análise de performance, parâmetros de combustão, parâmetros de eficiência e consumo de combustível	150	2000	Horas	Econômica		UFSM	300,000.00		0.00	300,000.00

FAURGS

		Parcela 01	Parcela 02	Total
1	Custeio	R\$ 420,061.00	R\$ 420,061.00	R\$ 840,122.00
1.1	Pessoal	R\$ 207,000.00	R\$ 207,000.00	R\$ 414,000.00
1.1.1	Bolsas	R\$ 207,000.00	R\$ 207,000.00	R\$ 414,000.00
1.1.2	CLT	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00
1.2	Viagens	R\$ 24,350.00	R\$ 24,350.00	R\$ 48,700.00
1.2.1	Passagens	R\$ 13,750.00	R\$ 13,750.00	R\$ 27,500.00
1.2.2	Diárias	R\$ 10,600.00	R\$ 10,600.00	R\$ 21,200.00
1.3	Material de consumo	R\$ 122,800.00	R\$ 122,800.00	R\$ 245,600.00
1.4	Serviços de Terceiros	R\$ 20,460.00	R\$ 20,460.00	R\$ 40,920.00
1.5	Custos Administrativos	R\$ 45,451.00	R\$ 45,451.00	R\$ 90,902.00
2	Capital	R\$ 79,900.00	R\$ 79,900.00	R\$ 159,800.00
2.1	Material permanente	R\$ 55,900.00	R\$ 55,900.00	R\$ 111,800.00
2.2	Obras	R\$ 24,000.00	R\$ 24,000.00	R\$ 48,000.00
	Total	R\$ 499,961.00	R\$ 499,961.00	R\$ 999,922.00

Referências

- [1] World Intellectual Property Organization (WIPO) Magazine, “Green Technologies: Electric Cars with Hydrogen Fuel Cells.” www.wipo.int/wipo_magazine/en/2009/02/article_0009.html (accessed Oct. 02, 2021).
- [2] McKinsey & Company, “How hydrogen combustion engines can contribute to zero emissions.” www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/how-hydrogen-combustion-engines-can-contribute-to-zero-emissions (accessed Oct. 03, 2021).

NUP: 23081.046524/2024-75

Prioridade: Normal

Memorando de comunicação entre unidades administrativas

010 - Organização e Funcionamento

COMPONENTE

Ordem	Descrição	Nome do arquivo
8	Projeto de pesquisa (231)	Plano de trabalho - Desenvolvimento de motor automotivo movido a biohidrogênio para o mercado brasileiro.pdf

Assinaturas

05/04/2024 14:18:42

NINA PAULA GONCALVES SALAU (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR (Ativo))
07.34.00.00.0.0 - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA - DEQ

Código Verificador: 4076715

Código CRC: 1e7d2939

Consulte em: <https://portal.ufsm.br/documentos/publico/autenticacao/assinaturas.html>

