



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA-ICEX
31270-901, BELO HORIZONTE-MG, BRASIL

Belo Horizonte, 8 de novembro de 2017.

Ao
Prof. Dario Windmoller
Chefe do Departamento de Química

Prezado Professor,

Tenho a grata satisfação de informar-lhe que tive um projeto aprovado pelo setor de contratações da PETROBRAS na data de hoje. O título do projeto é **"Produção de 1-deceno para lubrificantes, via metátese do biodiesel com o eteno"**. Embora deva ser tratado formalmente como um **novo projeto**, cabe-me informar que trata-se de uma continuação de um projeto bem sucedido de Pesquisa e Desenvolvimento desenvolvido neste Departamento, intitulado "Obtenção de 1-deceno a partir de componentes do biodiesel empregando a metátese de olefinas" (Termo de Cooperação: 0050.0090880.14.9) encerrado em maio do corrente ano. No projeto anterior, foram levantados os parâmetros para reatores em batelada para a produção do 1-deceno e o objetivo do presente projeto é desenvolver um **processo contínuo** para a produção do 1-deceno a partir de componentes do biodiesel.

Assim, solicito seus bons ofícios no sentido de submeter o projeto, a ficha de gestão e o formulário de cumprimento da resolução 01/2011 à Câmara Departamental.

Colocando-me à disposição para esclarecimentos adicionais, subscrevo-me

Atenciosamente,

Prof. Eduardo Nicolau dos Santos
Departamento de Química –ICEx- UFMG



Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa

FORMULÁRIO DE CUMPRIMENTO A RESOLUÇÃO 01/2011

Inciso

Retificador

Projeto: Produção de 1-deceno para lubrificantes, via metátese do biodiesel com o eteno

Unidade: ICEx

Departamento: Química

Coordenador: Eduardo Nicolau dos Santos

Financiador: PETROBRAS

Valor Global do Projeto: 754661,6

Projeto em parceria com outra instituição (IFES/ICTs)

Sim

Não X

Caso Positivo, qual?

Modalidade do Projeto:

Pesquisa

Ensino

Extensão

Vigência: Janeiro de 2018

à

dezembro de 2019

Gerência responsável:

Heldi Lein

Atenção: havendo alteração na equipe executora, o Coordenador deverá apresentar novo Formulário, devidamente assinado e aprovado pelas respectivas instâncias, assinado na opção "Retificador" e contendo a equipe completa.

1) EQUIPE EXECUTORA COM FUNÇÕES CIENTIFICAMENTE QUALIFICADAS PERTENCENTES À UFMG OU PARCEIRAS (IFES/ICTs)

Nº	Nome do Participante	CPF	SHAPE ou DRCA	UNIDADE/ DEPTO	Vínculo	Carga Horária Semanal (**)	Nº de Pagtos	Valor de Cada Pagto
1	Eduardo Nicolau dos Santos	102107218-47	1143415	ICEx-QUI	docente	4	24	R\$ 2.798,40
2	Bolsista pós-doutorado 1			ICEx-QUI	residente pós-doutoral	40	24	R\$ 6.136,00
3	Bolsista pós-doutorado 2			ICEx-QUI	residente pós-doutoral	40	24	R\$ 6.136,00
4	Bolsista de graduação			ICEx-QUI	aluno de graduação	20	24	R\$ 600,00
5								
6								

2) EQUIPE EXECUTORA COM FUNÇÕES CIENTIFICAMENTE QUALIFICADAS NÃO PERTENCENTES À UFMG OU PARCEIRAS (IFES/ICTs)

Nº	Nome do Participante	CPF	Função no Projeto	Forma de Contratação	Carga Horária Semanal (**)	Nº de Pagtos	Valor de Cada Pagto
1							
2							
3							

3) EQUIPE EXECUTORA SEM QUALIFICAÇÃO CIENTÍFICA ESPECÍFICA

Nº	Nome do Participante	CPF	Função no Projeto	Forma de Contratação	Carga Horária Semanal (**)	Nº de Pagtos	Valor de Cada Pagto
1							
2							
3							
4							
5							

APROVAÇÃO

Coordenador do Projeto em:

8.11.2017

Câmara Departamental em:

___/___/___

Congregação/Órgão Colegiado Superior em:

___/___/___

Diretor da Unidade em:

___/___/___

(*) Conselho Universitário em:

___/___/___

(*) Em caso de não cumprimento do disposto no inciso I, art. 3º, da Resolução UFMG 01/11 e § 3º, art. 6º, do Decreto Federal 7.423/10. Não havendo reunião do Conselho em data próxima ao trâmite deste Formulário, Reitor poderá assinar *Ad referendum*.

(**) A Carga Horária é obrigatória e deve ser em conformidade com a determinação do art. 2º, § 2º da Resolução UFMG 10/95.

1) Docente, Discente, Servidor Técnico-Administrativo, Estudantes regulares, Pesquisadores de Pós-Doutorado e Bolsistas com vínculo formal e programas de pesquisa da Instituição e/ou parceira, IFES/ICTs parceiros no projeto.

2) CLT, Autônomos, Consultores, Professores de outras Instituições, etc.

3) CLT, Autônomos e servidores técnicos administrativos, sem qualificação científica específica.

ATENÇÃO: A quantidade de executores relacionados no item 1, deverá ser no mínimo 2/3 de pessoas que executam o projeto, em atendimento ao disposto no art. 2º, item I, da Resolução UFMG 01/11.

OBS.: Em relação ao campo 2, os projetos desenvolvidos em conjunto por mais de uma instituição, o percentual de 2/3 poderá ser alcançado mediante a soma das instituições envolvidas, desde que as instituições sejam signatárias do contrato/convenção ou estejam nominadas no Projeto ou Plano de Trabalho aprovado pelo órgão financiador.

Validade da autorização: ___/___/___ à ___/___/___



REF. FUNDAÇÃO

AUTORIZAÇÃO PARA GESTÃO DE PROJETOS / CONTRATOS UFMG**CARACTERÍSTICAS DO PROJETO****TÍTULO:** Produção de 1-deceno para lubrificantes, via metátese do biodiesel com o eteno**FINANCIADOR:** PETROBRAS**Telefone:** _____ **Fax:** _____ **E-MAIL:** _____**COORDENADOR:** Eduardo Nicolau dos Santos**UNIDADE:** ICEx **DEPARTAMENTO:** Química**Telefone:** _____ **Fax:** _____ **E-Mail:** _____**ESPÉCIE** (somente uma opção): Pesquisa Pesquisa Ensino Atividade de Extensão (preencher quadro abaixo) Apoio Institucional
 Curso de Pós-Graduação lato sensu : Especialização Aperfeiçoamento**ATIVIDADE DE EXTENSÃO:** Registro SIEXBRASIL n.º _____ (Dado obrigatório)**Programa/Projeto de Extensão:** Social/ Comunitário Cultural Tecnológico**Curso de Extensão:** Iniciação Atualização Qualificação/ Treinamento Profiss.**Evento:** Congresso/Encontro/Evento Esportivo/Mesa-redonda/Seminário/etc**Prestação de Serviços:** Assessoria Assistência Consultoria Cooperação Técnica**RESOLUÇÃO**
10/95

Taxa Universidade (Reitoria)

Taxa Unidade

Taxa Departamento

%

Nas hipóteses em que não houver vedação legal, fica a Fundação de Apoio, gestora dos recursos captados em prol do projeto em referência, autorizada a cobrar sua remuneração pelos serviços de gestão de acordo com os parâmetros estabelecidos com a UFMG.

PROPRIEDADE INTELECTUAL

A execução do Projeto envolve pesquisa e desenvolvimento? (x) SIM () NÃO

Em caso positivo, o conhecimento gerado é suscetível de caracterizar proteção intelectual? (x) SIM () NÃO

APROVAÇÃO**Coordenador do Projeto em:** 8/11/2017 **Câmara Departamental em:** ___/___/___**Congregação/Órgão Colegiado Superior em:** ___/___/___**Diretor da Unidade em:** ___/___/___**Pró-reitoria de Pós-Graduação em:** ___/___/___
(somente para cursos de pós-graduação lato sensu)**Validade da Autorização:** de ___/___/___ a ___/___/___

OBS.: Caso tenha participação na equipe de outra UNIDADE/DEPARTAMENTO, favor apontar.

PLANO DE TRABALHO

03/11/2017 11:47

Processo

Identificação do Processo

Processo	2017/00021-9
Nº PT	PT-104.01.13000
Tipo de Investimento / Divulgação	PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO / PESQUISA APLICADA - PESQUISA APLICADA
Situação	Em Contratação
Coordenador	Eduardo Nicolau dos Santos
Vínculo Institucional do Processo	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS/UFMG
Gerência Técnica	CENPES/PDRGN/GNPF

Dados Gerais

Duração	24 mês(es)
Interlocutor Técnico	Marlito Gomes Junior
Número do SIC da Proposta	2017/00021-9

Dados da Contratação

Tipo de Instrumento Contratual	
Nº Jurídico	
Apoio à Contratação	EDNA DA SILVA BORGES
Gerente do Contrato	Raquel Campos Cauby Coutinho
Fiscal do Contrato	

Projeto - Identificação

Título em Português

Produção de 1-deceno para lubrificantes, via metátese do biodiesel com o eteno

Palavras-chave

catálise
insumos renováveis
lubrificantes sintéticos

PLANO DE TRABALHO

03/11/2017 11:47

Vinculação do Projeto

- Área Tecnológica
- ÁREA TECNOLÓGICA DE GÁS NATURAL, BIOPRODUTOS, PETROQUÍMICA E FERTILIZANTES

Projeto - Instituições/Empresas

Instituições de Pesquisa/Empresas

Proponente	Conveniente	Executora	
		Nome	Nº Ato Credenciamento
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS/UFMG <small>Pessoa jurídica de direito público/Sem fins lucrativos</small>	FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA/FUNDEP	LABORATÓRIO DE CATÁLISE ORGANOMETÁLICA/UFMG	0731/2017

Responsável da Conveniente pela Submissão da Proposta

Heldi Caroline Lein

Linhas de Pesquisas das Executoras

Instituição	Linha de Pesquisas
LABORATÓRIO DE CATÁLISE ORGANOMETÁLICA/UFMG	Produção de (bio)Lubrificantes e seus Insumos

Resumo em Português

A obtenção de produtos químicos a partir de matérias-primas bio-renováveis tem um mercado mundial de 49 bilhões de dólares (2015) com um crescimento anual projetado de 11,5% ao ano para os próximos anos. Uma aplicação em franco crescimento é a obtenção de produtos químicos Intermediários e de especialidades químicas a partir de óleos vegetais. Esses produtos tem um valor agregado muito maior que o biodiesel e podem ser utilizados para produzir, por exemplo, insumos para lubrificantes de alto desempenho, aditivos para combustíveis, surfactantes e monômeros para fibras têxteis, polímeros de engenharia, entre outros. Sua co-produção com o biodiesel aumentaria a lucratividade média desta indústria, além de poder suprir certas matérias-primas deficitárias no Brasil. A tecnologia para a obtenção desses produtos baseia-se em uma reação química conhecida como metátese de olefinas. Pela utilização de catalisadores apropriados, esta reação pode ser realizada em condições brandas (pressões ligeiramente superiores à atmosférica e temperaturas em torno de 70 oC), o que diminui o custo de capital na construção da unidade industrial e de seu custo de operação. Em um projeto anterior, foram realizados estudos para a obtenção de 1-deceno, que é, por exemplo, matéria prima para produção de lubrificantes sintéticos de alto desempenho, a partir de componentes do biodiesel de palma (dendê). Os estudos foram feitos em reatores de batelada e os principais fatores que têm impacto no rendimento do 1-deceno foram determinados. Os estudos também permitem concluir que a utilização de um processo contínuo trará não só vantagens de natureza operacional, mas também deverá melhorar a cinética da reação. Assim, com o projeto em epígrafe, pretende-se desenvolver um processo contínuo de bancada para a produção de 1-deceno e de um valioso co-produto (9-decenoato de metila), a partir de frações do biodiesel de palma, mais especificamente, do oleado de metila. Também serão estudadas outras matérias-primas como o biodiesel de soja, sendo que neste caso um pré-tratamento com hidrogênio se fará necessário. Com o projeto, a PETROBRAS adquirirá o know-how básico do estado da arte desta recente e promissora Indústria de transformação.

Objetivo Geral

A partir dos resultados obtidos em reatores de batelada no projeto intitulado "Obtenção de 1-deceno a partir de componentes do biodiesel empregando a metátese de olefinas", desenvolver um processo contínuo para obter 1-deceno a partir de biodiesel, utilizando a metátese de olefinas.

Objetivos Específicos

- Tendo como ponto de partida os parâmetros levantados no processo de batelada estabelecidos em projeto anterior pretende-se:
- desenvolver um processo em reator contínuo de tanque agitado (CSTR) para a etenólise de componentes do biodiesel utilizando catalisadores de rutênio
 - determinar o efeito da variação das condições de reação no rendimento em 1-deceno no rendimento espacial do reator
 - teste de aditivos estabilizantes do catalisador
 - estudo do efeito do pré-tratamento da carga por hidrogenação seletiva
 - estudo do efeito de tratamento da fração C10 por hidrogenação seletiva para a conversão de dienos em monoenos
 - separação dos produtos formados por destilação à vácuo
 - síntese de catalisadores descritos na literatura, mas não disponíveis comercialmente, e sua avaliação em reatores de batelada
 - teste in situ de novos ligantes promotores em reatores de batelada

Justificativas

A flutuação do preço do petróleo e a previsão da escassez de matérias-primas de origem fóssil têm motivado a pesquisa e a substituição dessas por matérias-primas renováveis, principalmente pelas de origem vegetal. As preocupações ambientais tem também levado a marcos regulatórios cada vez mais restritivos, que obrigam a diminuição da pegada de carbono nos processos industriais. A conscientização do consumidor tem resultado na agregação de valor a produtos obtidos através de processos ambientalmente amigáveis, principalmente em setores como de cosméticos e de higiene pessoal.

Por seu potencial agrícola, o Brasil ocupa uma posição de destaque neste cenário e a sua participação no mercado mundial de produtos biorrenováveis tende a aumentar nos próximos anos. O Brasil é um expoente mundial na produção de bioetanol e biodiesel para a utilização como combustíveis automotivos. Entretanto, de certas frações do biodiesel podem-se obter produtos de valor agregado muito maior que os combustíveis, tais como alfa-olefinas e ésteres ômega insaturados, que são insumos, por exemplo, para lubrificantes e polímeros.

A rota principal para a produção de biodiesel é a transesterificação de triglicerídeos de origem animal ou vegetal com o metanol, resultando em ésteres metílicos de ácidos graxos conhecidos como FAME (da abreviação do Inglês Fatty Acid Methyl Ester). O Brasil é grande produtor de certas espécies vegetais, das quais os triglicerídeos podem ser extraídos em escala industrial, tais como a soja a palma (dendê). Cultivos também promissores são o pinhão manso, a macaúba, o crambe e a mamona por poderem ser plantados no semi-árido (cerrado) e não competirem diretamente com a produção de alimentos. Nesses triglicerídeos, ocorrem cadeias insaturadas com 18 átomos de carbono, tais como a oleica, a linoleica e a linolênica, que após transesterificação com metanol dão origem aos FAME oleato de metila (1), linoleato de metila (2) e linoleneato de metila (3). Os ésteres 1-3 podem ser usados para a obtenção de produtos de interesse para a indústria petroquímica e de polímeros, atingindo um valor agregado muito maior que os combustíveis. A reação química empregada nesta transformação é conhecida como metátese de olefinas, que deu o prêmio Nobel de Química de 2005 aos pesquisadores que mais contribuíram com seu desenvolvimento: R. Grubbs (CALTECH), R. Schrock (MIT) e Y. Chauvin (IFP). Esta reação é amplamente utilizada na indústria petroquímica para a transformação de olefinas, por exemplo, no processo OCT onde o eteno é convertido em propeno, passando pelo intermediário 2-buteno pela metátese empregando catalisadores de óxido molibdênio suportado em sílica. Entretanto, os catalisadores heterogêneos não são adequados para cargas contendo oxigenados como os FAME. Para este tipo de carga devem ser empregados os catalisadores menos oxofílicos, que são os complexos organometálicos de rutênio contendo um ligante alquídico, conhecidos como os catalisadores de Grubbs e seus congêneres.

A tecnologia de metátese aplicada a biorrefinarias foi demonstrada em escala industrial: uma biorrefinaria de classe mundial, localizada em Gresik, Indonésia, entrou em operação em julho de 2013. A empreitada foi realizada através de uma associação entre as empresas Wilmar International e a Elevance Renewable Sciences, a última detentora da tecnologia em metátese. Um ponto de destaque é que o investimento inicial foi relativamente baixo para o porte da empreitada, sendo da ordem de quarenta milhões de dólares. Isto se deve às condições suaves que a tecnologia baseada em metátese requer: as pressões são ligeiramente superiores à atmosférica e as temperaturas na faixa de 60-70 Celsius. A título de exemplo, o oleato de metila pode reagir com o eteno, na presença de catalisadores de metátese, resultando em 1-deceno e 9-decenoato de metila. O 1-deceno é particularmente interessante para a produção de lubrificantes sintéticos de alto valor

PLANO DE TRABALHO

03/11/2017 11:47

agregado, mas também seu co-produto, o 9-decenoato de metila, pode ser utilizado como insumo para a indústria de polímeros. Empresas como a Arkema estão em fase avançada de estudo para a obtenção de olefinas e ésteres ômega insaturados, estes para a produção de monômeros de poliésteres.

Resultados Esperados

Descrição do Resultado	Tipo de Resultado
estabelecimento de método para a análise de produtos e principais subprodutos do processo por cromatografia	Método
estabelecimento de metodologia de análise dos reagentes (biodiesel) e impurezas relevantes ao processo por cromatografia gasosa	Método
estabelecimento de um processo contínuo para a obtenção do 1-deceno por etenólise de componentes do biodiesel	Processo

Benefícios do Projeto/Aplicação na Indústria

Com o projeto espera-se obter um processo contínuo para a produção de 1-deceno, um insumo para o fabrico de lubrificantes sintéticos de alto desempenho e que tem um elevado valor agregado, a partir de componentes do biodiesel. Além disso, o principal co-produto, o ester metoxi-dec-9-eno é bastante valioso para a produção de lubrificantes, aditivos para combustíveis, surfactantes e especialidades poliméricas.

Metodologia

No projeto anterior foram determinados uma série de fatores que influenciam a eficiência na etenólise do oleado de metila em reatores de batelada. Vários desses parâmetros indicam que a operação contínua trará não apenas vantagens de processo, mas também aumentará o seu desempenho no nível químico.

Assim, o biodiesel de palma será tratado por destilação de modo a recoher uma fração rica em oleado de metila. A fração recolhida será tratada com silicato de magnésio será utilizada como reagente de base. Outras matérias primas, como o biodiesel de soja parcialmente hidrogenado, serão estudadas para comparação.

Um reator de batelada de 100 mL já existente na unidade de pesquisa será reformado e adaptado para um processo em reator contínuo de tanque agitado (CSTR). Aumentando-se a eficiência da agitação e com a adição lenta de catalisador, espera-se melhorar o desempenho catalítico do sistema

Paralelamente, uma expansão dos parâmetros obtidos em batelada será conduzida:

- será sintetizado um catalisador já descrito na literatura e em domínio público que não está disponível comercialmente e serão também testados certos sistemas gerados pela combinação de ligantes quelatos e catalisadores de primeira geração.
- certos aditivos fenólicos de origem natural serão testados como estabilizantes do catalisador
- a análise dos produtos será refinada pelo isolamento de produtos com pureza analítica por cromatografia líquida de alta eficiência e a quantificação por cromatografia gasosa será refinada.
- a separação dos produtos por destilação será refinada

O produto objeto do projeto é patenteável?

Sim

Mecanismo de Acompanhamento da Execução

O acompanhamento técnico se dará por relatórios periódicos e reuniões presenciais ou por video-conferência com os interlocutores do CENPES.

Principais Segmentos da Economia Beneficiados pelo Projeto

Seção	Divisão
Indústrias de Transformação	Fabricação de Coque, de Produtos Derivados do Petróleo e de Biocombustíveis
Indústrias de Transformação	Fabricação de Produtos Químicos

Informações Adicionais/Específicas

O projeto "Obtenção de 1-deceno a partir de componentes do biodiesel empregando a metátese de olefinas", que deu origem a esta proposta, teve as metas propostas integralmente atingidas. Com os parâmetros levantados naquele projeto é possível inferir que uma operação em fluxo contínuo trará vantagens processuais e influenciará positivamente na cinética das reações envolvidas.

Projeto - Etapas/Atividades**Etapas**

Ordem	Nome
1	Preparação
2	Estabelecimento de processo contínuo
3	Expansão de parâmetros em batelada
4	Otimização do processo contínuo
5	Otimização da separação dos produtos
6	controle
7	Encerramento

Atividades

Etapas	Atividades	Mês de início	Mês Final	Duração
1	levantamento bibliográfico	1	24	24
1	prescrição inicial de compras	1	3	3
1	treinamento da equipe	1	3	3
1	análise dos resultados	2	24	23
2	montagem do reator contínuo	2	5	4
2	preparação de oleato de metila para o processo contínuo	3	10	8
2	estudos dos parâmetros de reação no reator contínuo para oleato de metila	6	12	7

Atividades

Etapas	Atividades	Mês de início	Mês Final	Duração
2	preparação do linoleato de metila para processo contínuo	11	16	6
2	estudos dos parâmetros de reação para o linoleato de metila em processo contínuo	12	17	6
2	preparação de frações de linoleato de metila hidrogenado para teste em reator contínuo	16	20	5
2	teste de linoleato de metila parcialmente hidrogenado em etenólise em reator contínuo	16	21	6
3	síntese de catalisador não disponível comercialmente	2	5	4
3	estudo de novo ligante como promotor de catalisador	6	7	2
3	estudo de hidrogenação seletiva do linoleato de metila	7	11	5
3	testes de frações hidrogenadas do linoleato de metila em reator de batelada	12	17	6
4	estudos de longa duração para diferentes tipos de cargas	22	24	3
5	otimização da separação dos produtos	18	24	7
6	relatório técnico 1	7	7	1
6	relatório técnico 2	13	13	1
6	Relatório técnico 3	19	19	1
7	relatório final	24	24	1

Detalhamento das Atividades

Atividades	Detalhamento
levantamento bibliográfico	estudo da literatura no estado da arte e da técnica de etenólise de óleos vegetais e derivados
prescrição inicial de compras	solicitação à fundação de compra dos materiais e equipamentos necessários para o início do projeto
treinamento da equipe	Serão selecionados os profissionais disponíveis, que serão treinados nas operações de laboratório
análise dos resultados	os resultados obtidos serão analisados e modificações experimentais serão prescritas continuamente
montagem do reator contínuo	um reator em batelada com agitação mecânica magneticamente acoplada já existente na unidade de pesquisa será equipado com válvulas controladoras de entrada e saída de líquidos, separador de fase, válvula de controle de pressão, controles de aquecimento e agitação e os respectivos componentes eletrônicos para poder integrar esses equipamentos.

Detalhamento das Atividades

Atividades	Detalhamento
preparação de oleato de metila para o processo contínuo	o biodiesel de palma será purificado por destilação e um corte rico em oleato de metila será produzido em quantidade suficiente para teste contínuo. Em adição, o oleato de metila de grau técnico também será destilado para a obtenção de fração rica em oleato de metila. As frações destiladas serão tratadas para o abatimento de impurezas relevantes.
estudos dos parâmetros de reação no reator contínuo para oleato de metila	estudos de parâmetros: fluxo de reagentes e catalisadores, tempo de residência, pressão e fluxo de eteno no rendimento espacial do reator, utilizando como carga uma fração rica em oleato de metila em campanhas de 8 horas
preparação do linoleato de metila para processo contínuo	frações do biodiesel de soja ricas em linoleato de metila serão separadas por destilação. O linoleato de metila será tratado com adsorventes para o abatimento de impurezas e, em uma fase subsequente, por hidrogenação parcial do linoleato a compostos contendo apenas uma ligação dupla C-C
estudos dos parâmetros de reação para o linoleato de metila em processo contínuo	parâmetros como fluxo de reagentes e catalisadores, pressão de eteno, aditivos estabilizantes serão estudados para o linoleato de metila e o linoleato de metila parcialmente hidrogenado em campanhas de 8 horas
preparação de frações de linoleato de metila hidrogenado para teste em reator contínuo	preparação de frações hidrogenadas em volume suficiente para campanhas de 8 horas em reator contínuo
teste de linoleato de metila parcialmente hidrogenado em etenólise em reator contínuo	os dados obtidos em reator de batelada serão utilizados para o processo contínuo em campanhas de 8 horas
síntese de catalisador não disponível comercialmente	a síntese de um catalisador de rutênio não disponível comercialmente será realizada por processos descritos na literatura. Uma quantidade suficiente deste composto puro será preparada para testes de etenólise do oleato de metila e do linoleato de metila em reator de batelada.
estudo de novo ligante como promotor de catalisador	serão realizados estudos com um ligante fornecido pela PETROBRAS com o catalisador comercial de Grubbs e a combinação desses será testada na metátese do oleato de metila
estudo de hidrogenação seletiva do linoleato de metila	estudo de hidrogenação seletiva de linoleato de metila em reator de batelada com catalisadores comerciais sólidos ou complexos de metais de transição
testes de frações hidrogenadas do linoleato de metila em reator de batelada	as frações hidrogenadas do linoleato de metila serão submetidas a etenólise em reatores de batelada com catalisadores de rutênio
estudos de longa duração para diferentes tipos de cargas	os melhores parâmetros levantados nas fases 2 e 3 serão empregados para estudos de maior duração de cargas selecionadas: oleato, linoleato ou linoleato hidrogenado
otimização da separação dos produtos	com os produtos obtidos na etapa 4 serão realizados estudos detalhados de separação dos produtos por destilação em batelada e um método de análise quantitativa dos produtos por cromatografia gasosa será estabelecido
relatório técnico 1	relatório dos primeiros seis meses de resultados do projeto
relatório técnico 2	Relatório dos resultados entre o sétimo e décimo segundo mês do projeto

PLANO DE TRABALHO

03/11/2017 11:47

Detalhamento das Atividades

Atividades	Detalhamento
Relatório técnico 3	Relatório dos resultados obtidos entre o décimo terceiro e décimo oitavo meses do projeto
relatório final	relatório final consolidando todos os resultados técnicos do projeto

PLANO DE TRABALHO

03/11/2017 11:47

Projeto - Equipe Executora

Equipe Executora						
Nome	Função	Titulação (nível)	Formação	Instituição Executora	Período (meses)	Carga Horária Semanal
Eduardo Nicolau dos Santos *	Coordenador	Doutor II	Doutor em Ciências (Química)	LABORATORIO DE CATALISE ORGANOMETALICA/UFG	24	4
Membro de Equipe não Definido 2	Pesquisador Visitante	Recém-Doutor	Doutor em Química ou áreas afins	LABORATORIO DE CATALISE ORGANOMETALICA/UFG	24	40
Membro de Equipe não Definido 3	Pesquisador Visitante	Recém-Doutor	Doutor em Química ou áreas afins	LABORATORIO DE CATALISE ORGANOMETALICA/UFG	24	40
Membro de Equipe não Definido 4	Bolsista - Graduando	Técnico Nível Médio I	Graduação em curso em química ou áreas afins	LABORATORIO DE CATALISE ORGANOMETALICA/UFG	24	20

* - Pertence ao quadro permanente de uma das instituições PROPONENTES participantes do projeto.

Coordenador	Nome	Eduardo Nicolau dos Santos
	E-mail	nicolaufmg@gmail.com
	CPF	10210721847
	Nível	Doutor II
	Formação	Doutor em Ciências (Química)
	Vínculo Principal	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS/UFG
Área(s) de Especialização		

Projeto - Equipe Executora x Etapas/Atividades

Nome	Etapas / Atividades
Eduardo Nicolau dos Santos	<p>Etapa: Preparação Atividades: levantamento bibliográfico ; prescrição Inicial de compras ; treinamento da equipe ; análise dos resultados</p> <p>Etapa: controle Atividades: relatório técnico 1 ; relatório técnico 2 ; Relatório técnico 3</p> <p>Etapa: Encerramento Atividades: relatório final</p>
Membro de Equipe não Definido 2	<p>Etapa: Preparação Atividades: levantamento bibliográfico ; treinamento da equipe ; análise dos resultados</p> <p>Etapa: Estabelecimento de processo contínuo Atividades: montagem do reator contínuo ; preparação de oleato de metila para o processo contínuo ; estudos dos parâmetros de reação no reator contínuo para oleato de metila ; preparação do linoleato de metila para processo contínuo ; estudos dos parâmetros de reação para o linoleato de metila em processo contínuo ; preparação de frações de linoleato de metila hidrogenado para teste em reator contínuo ; teste de linoleato de metila parcialmente hidrogenado em etenólise em reator contínuo</p> <p>Etapa: Otimização do processo contínuo Atividades: estudos de longa duração para diferentes tipos de cargas</p> <p>Etapa: controle Atividades: relatório técnico 1 ; relatório técnico 2 ; Relatório técnico 3</p> <p>Etapa: Encerramento Atividades: relatório final</p>

PLANO DE TRABALHO

03/11/2017 11:47

<p>Membro de Equipe não Definido 3</p>	<p>Etapa: Preparação Atividades: levantamento bibliográfico ; treinamento da equipe ; análise dos resultados</p> <p>Etapa: Expansão de parâmetros em batelada Atividades: síntese de catalisador não disponível comercialmente ; estudo de novo ligante como promotor de catalisador ; estudo de hidrogenação seletiva do linoleato de metila ; testes de frações hidrogenadas do linoleato de metila em reator de batelada</p> <p>Etapa: Otimização da separação dos produtos Atividades: otimização da separação dos produtos</p> <p>Etapa: controle Atividades: relatório técnico 1 ; relatório técnico 2 ; Relatório técnico 3</p> <p>Etapa: Encerramento Atividades: relatório final</p>
<p>Membro de Equipe não Definido 4</p>	<p>Etapa: Preparação Atividades: treinamento da equipe</p> <p>Etapa: Estabelecimento de processo contínuo Atividades: preparação de oleato de metila para o processo contínuo ; preparação do linoleato de metila para processo contínuo ; preparação de frações de linoleato de metila hidrogenado para teste em reator contínuo</p> <p>Etapa: Otimização da separação dos produtos Atividades: otimização da separação dos produtos</p>

Projeto - Viagens

Tipo	Destino	Evento	Número de Participantes	Duração do Evento	Justificativa
Nacional	Rio de Janeiro	1a viagem para acompanhamento técnico do projeto	1	2	Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Aprendizado de integração e ajuste de equipamentos.
Nacional	Rio de Janeiro	2a viagem para acompanhamento técnico do projeto	1	2	Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Discussão sobre otimização de resultados de análise.

PLANO DE TRABALHO

03/11/2017 11:47

Tipo	Destino	Evento	Número de Participantes	Duração do Evento	Justificativa
Nacional	Rio de Janeiro	3a viagem para acompanhamento técnico do projeto	1	2	Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Tomada de decisão conjunta sobre melhores opções de continuação do projeto
Nacional	Rio de Janeiro	4a viagem para acompanhamento técnico do projeto	1	2	Apresentação de resultados e discussão com Interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Análise final e decisão conjunta sobre a conclusão do projeto

Projeto - Relatórios Previstos

Relatório	Mês
Relatório de Acompanhamento Gerencial 1	7
Relatório Técnico 1	8
Relatório de Acompanhamento Gerencial 2	12
Relatório Técnico 2	13
Relatório de Acompanhamento Gerencial 3	18
Relatório Técnico 3	19
Relatório Técnico 4	24

Orçamento - Parcela Planejada

Quantidade de Parcelas Planejadas - 4		
Mês	Valor da Parcela (R\$)	Percentual (%)
1	360.072,00	47,71%
8	181.300,00	24,02%
13	171.300,00	22,70%
19	41.989,60	5,57%
TOTAL	754.661,60	100,00%

Orçamento - Detalhamento

Despesas	Valor Total (R\$)	Percentual (%)
Despesas de Capital		
Equipamento e Material Permanente	113.772,00	15,08%
Total	113.772,00	15,08%
Despesas Correntes		
Equipe Executora	376.089,60	49,84%
Passagens	3.200,00	0,42%
Diária ou Ajuda de Custo	2.000,00	0,27%
Material de Consumo	158.000,00	20,94%
Serviços de Terceiros	40.000,00	5,30%
Outras Despesas	61.600,00	8,15%
Total	640.889,60	84,92%
TOTAL GERAL	754.661,60	100,00%

PLANO DE TRABALHO

03/11/2017 11:47

Despesas de Capital
Relação dos Itens - Equipamento e Material Permanente - Nacional

Nº	Tipo	Descrição	Destinação	Quant.	Valor unitário	Valor (R\$)
1	Equipamento não Existente na Unidade de Pesquisa	controlador de processos multi loop	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICAUFMG	1	18.000,00	18.000,00

Justificativa:

utilizado para o controle de atuação de válvulas no reator contínuo. É um componente eletrônico a ser integrado.

2	Equipamento não Existente na Unidade de Pesquisa	separador de fases	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICAUFMG	1	24.000,00	24.000,00
---	--	--------------------	--	---	-----------	-----------

Justificativa:

separador da fase líquida e gasosa da reação no reator contínuo, consistindo de um transmissor inteligente de pressão, visor de nível, válvula de controle e conversor I/P e válvula back pressure

3	Equipamento não Existente na Unidade de Pesquisa	console e componentes elétricos e eletrônicos	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICAUFMG	1	5.000,00	5.000,00
---	--	---	--	---	----------	----------

Justificativa:

console e componentes elétricos e eletrônicos para integrar as várias unidades de controle do reator contínuo

VALOR TOTAL

VALOR TOTAL						47.000,00
--------------------	--	--	--	--	--	-----------

Relação dos Itens - Equipamento e Material Permanente - Importado

Nº	Tipo	Descrição	Destinação	Quant.	Valor unitário	Valor (R\$)
1	Equipamento não Existente na Unidade de Pesquisa	Detector UV para cromatógrafo a líquido	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICAUFMG	1	25.300,00	25.300,00

Justificativa:						
A aquisição deste detector permitirá a adequação de um cromatógrafo para a análise dos produtos de reação, sendo um acessório, deve ser adquirido do mesmo fabricante do equipamento. US\$1.00=R\$3,20						
2	Equipamento não Existente na Unidade de Pesquisa	controladores de vazão mássica	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICAVUMG	2	14.000,00	28.000,00
Justificativa:						
controladores de vazão mássica para alimentação e retirada de líquidos e gases do reator contínuo. Não há equivalentes nacionais para a pressão e vazão necessárias. US\$1.00=R\$3,20						
3	Equipamento não Existente na Unidade de Pesquisa	tela de controle do tipo touchscreen e inversor de frequência para a caixa seca	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICAVUMG	1	9.056,00	9.056,00
Justificativa:						
equipamentos utilizados no controle da atmosfera inerte da caixa seca. São acessórios do equipamento existente e não há similar nacional. US\$1.00=R\$3,20						
4	Equipamento não Existente na Unidade de Pesquisa	bomba do tipo seringa	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICAVUMG	1	4.416,00	4.416,00
Justificativa:						
será utilizada para injeção do catalisador de modo contínuo. Não há similar nacional com as especificações de pressão e vazão requeridas. US\$1.00=R\$3,20						
VALOR TOTAL						66.772,00

Despesas Correntes

Relação dos Itens - Equipe Executora - Remuneração Direta

Nº	Membro da Equipe	Nível	Destinação	Período (meses)	Valor unitário (RH)	Carga horária semanal	Valor encargos e benefícios (mensal)	Valor (R\$)
1	Eduardo Nicolau dos Santos	Doutor II	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICA/UFMG	24	159,00	4	0,00	67.161,60

Justificativa:
coordenação do projeto, análise dos resultados, confecção de relatórios

VALOR TOTAL 67.161,60

Relação dos Itens - Equipe Executora - Concessão de Bolsas

Nº	Membro da Equipe	Tipo da remuneração	Modalidade	Destinação	Período (meses)	Valor unitário	Valor (R\$)
2	Membro de Equipe não Definido 2	Bolsa - Pesquisador Visitante	BOLISTA - PESQUISADOR VISITANTE	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICA/UFMG	24	6.136,00	147.264,00
Justificativa: execução em laboratório da confecção, operação, análise dos produtos e preparação de carga do reator contínuo							
3	Membro de Equipe não Definido 3	Bolsa - Pesquisador Visitante	BOLISTA - PESQUISADOR VISITANTE	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICA/UFMG	24	6.136,00	147.264,00

Justificativa:

preparação de catalisadores, preparação de carga por hidrogenação seletiva, estudo de hidrogenólise da carga hidrogenada em reatores de batelada, separação e análise dos produtos

4	Membro de Equipe não Definido 4	Boisa - Aluno de Graduação ou Pós-graduação	BOLISTA - GRADUANDO	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	24	600,00	14.400,00
---	---------------------------------	---	---------------------	--	----	--------	-----------

Justificativa:

separação de óleo de metila de biodiesel de palma, separação de linoóleo de metila de biodiesel de soja, separação de frações hidrogenadas do linoóleo de metila

VALOR TOTAL							308.928,00
--------------------	--	--	--	--	--	--	-------------------

Relação dos Itens - Passagens

Nº	Viagem	Trecho	Destinação	Quant	Valor unitário	Valor (R\$)
1	1a viagem para acompanhamento técnico do projeto	Belo Horizonte -Rio de Janeiro-Belo Horizonte	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	1	800,00	800,00

Justificativa:

Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS

2	2a viagem para acompanhamento técnico do projeto	Belo Horizonte -Rio de Janeiro-Belo Horizonte	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	1	800,00	800,00
---	--	---	--	---	--------	--------

Justificativa:

Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Discussão sobre otimização de resultados de análise.

3	3a viagem para acompanhamento técnico do projeto	Belo Horizonte-Rio de Janeiro-Belo Horizonte	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	1	800,00	800,00
---	--	--	--	---	--------	--------

Justificativa:

Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Tomada de decisão conjunta sobre melhores opções de continuação do projeto

4	4a Viagem para acompanhamento técnico do projeto	Belo Horizonte-Rio de Janeiro-Beio Horizonte	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	1	800,00	800,00
Justificativa:						
Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Análise final e decisão conjunta sobre a conclusão do projeto						
VALOR TOTAL						
						3.200,00

Relação dos Itens - Diária

Nº	Viagem	Descrição	Destinação	Quant.	Valor unitário	Valor (R\$)
1	1a viagem para acompanhamento técnico do projeto	Diária Nacional	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	2	250,00	500,00
Justificativa:						
Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Aprendizagem de integração e ajuste de equipamentos.						
2	2a viagem para acompanhamento técnico do projeto	Diária Nacional	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	2	250,00	500,00
Justificativa:						
Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Discussão sobre otimização de resultados de análise.						
3	3a viagem para acompanhamento técnico do projeto	Diária Nacional	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	2	250,00	500,00
Justificativa:						
Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Tomada de decisão conjunta sobre melhores opções de continuação do projeto						
4	4a viagem para acompanhamento técnico do projeto	Diária Nacional	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	2	250,00	500,00
Justificativa:						

PLANO DE TRABALHO

03/11/2017 11:47

Apresentação de resultados e discussão com interlocutores técnicos do projeto junto a PETROBRAS. Análise final e decisão conjunta sobre a conclusão do projeto

VALOR TOTAL

2.000,00

Relação dos Itens - Material de Consumo - Nacional

Nº	Descrição	Destinação	Valor (R\$)
1	material de consumo de laboratório	FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA/FUNDEP	90.000,00
Justificativa: aquisição de reagentes químicos, solventes, catalisadores, gases especiais, vidrarias, peças de reposição para reatores, material para cromatografia, válvulas e conexões, componentes elétricos e eletrônicos, tubulações, tanques de metal e polímero, materiais para laboratório			
VALOR TOTAL			90.000,00

Relação dos Itens - Material de Consumo - Importado

Nº	Descrição	Destinação	Valor (R\$)
1	material de consumo importado	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETALICAFUMG	68.000,00
Justificativa: Materiais para cromatografia, para caixa seca, reagentes e solventes, materiais de laboratório e peças para reatores não disponíveis no mercado nacional nas especificações requeridas. Veja detalhe em anexo. US\$1,00=R\$3,20			
VALOR TOTAL			68.000,00

Relação dos Itens - Serviços de Terceiros

Nº	Tipo	Descrição	Destinação	Quant.	Valor unitário	Valor (R\$)
1	Serviço Técnico Especializado	serviço de manutenção de equipamentos	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	1	20.000,00	20.000,00
Justificativa: manutenção preventiva de equipamentos utilizados intensamente no projeto: caixa seca (glove box) e cromatógrafo						
2	Serviço Técnico Especializado	serviço de construção e montagem de equipamentos	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	1	20.000,00	20.000,00
Justificativa: serviços de tomearia, vidraria, eletrônica para a construção de peças e integração de componentes eletrônicos, adaptação de reator em batejada						
VALOR TOTAL						40.000,00

Relação dos Itens - Outras Despesas

Nº	Descrição	Destinação	Valor (R\$)
1	Despesas Acessórias de Importação	LABORATÓRIO DE CATALISE ORGANOMETÁLICAUFMG	26.950,00
Justificativa: importação direta de equipamentos, materiais de laboratórios e reagentes fabricados no exterior			
2	Despesas Operacionais e Administrativas	FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISAUFUNDEP	34.650,00
Justificativa: despesas operacionais e administrativas da fundação de apoio			
VALOR TOTAL			61.600,00

PLANO DE TRABALHO

03/11/2017 11:47

Outras Fontes

Nenhuma outra fonte encontrada.

Documentos**Documentos Anexados**

Nenhum documento associado.

Outros Documentos Anexados

Arquivo	Data de Anexação
resposta ao parecer 05 out 17 .pdf	16/10/2017
Fundep - Despesas Operacionais.pdf	16/10/2017

Documentos Anexados pela Organização

Nenhum documento associado.

Observações / Manifestações**Observações**

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Parcelas / Meses de Desembolso	1ª Parcela(R\$) Mês 1				2ª Parcela(R\$) Mês 8				3ª Parcela(R\$) Mês 13				4ª Parcela(R\$) Mês 19				TOTAL			
Despesas de Capital	Equipamento e Material Permanente				0,00				0,00				0,00				113.772,00			
	Obras e Instalações				0,00				0,00				0,00				0,00			
TOTAL DE DESPESAS DE CAPITAL																				
				113.772,00				0,00				0,00				113.772,00				
Despesas Correntes																				
Equipe Executora				150.000,00				100.000,00				100.000,00				26.089,60				376.089,60
Passagens				800,00				800,00				800,00				800,00				3.200,00
Diária ou Ajuda de Custo				500,00				500,00				500,00				500,00				2.000,00
Material de Consumo				50.000,00				50.000,00				50.000,00				8.000,00				158.000,00
Serviços de Terceiros				20.000,00				10.000,00				10.000,00				0,00				40.000,00
Outras Despesas				25.000,00				20.000,00				10.000,00				6.600,00				61.600,00
TOTAL DE DESPESAS CORRENTES																				
				246.300,00				181.300,00				171.300,00				41.989,60				640.889,60
TOTAL GERAL																				
				360.072,00				181.300,00				171.300,00				41.989,60				754.661,60