UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

ANEXO 1

FORMULÁRIO PARA O PROJETO DE ENSINO

NÚMERO DO PROJETO NO SGPe
00033093/2019

TÍTULO DO PROJETO
Construção e aplicação de módulos didáticos de processos no Laboratório de Análise de Escalas do curso de Engenharia Química

COORDENADOR

Nome completo do (a) Professor (a) Coordenador (a) do Projeto:

Heveline Enzweiler

CPF:061.362.329-01

Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química da UDESC Oeste/CEO

Carga horária alocada na Planilha para coordenação:

Duração: Início: 02/03/2020 Término: 31/12/2021

PARTICIPANTES DO PROJETO (se houver)

Nome	**CPF**	**Carga horária**	**Segmento** (assinale com X)		
			Professor Participante	Discente Bolsista	Discente Voluntário
Heveline Enzweiler	061.362.329-01	2 h	X		
A selecionar		20 h		X	
A selecionar		10 h			X

DADOS DA(S) DISCIPLINA(S) ENVOLVIDA (S)

Disciplina(s): Análise e Simulação de Processos, Laboratório de Fenômenos e Operações Unitárias A, Cálculo de Reatores B

Fase(s): 8ª fase, 8ª fase, 7ª fase

Número de alunos: 15-20

Divisão de turmas (caso exista):

( ) Apenas em aulas práticas (X) Em aulas teóricas e práticas

CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO DE ENSINO

( ) Com aporte de recurso financeiro para de custeio e/ou de capital;

(X) Com aporte de recurso financeiro para despesas de custeio e/ou de capital e com participação de discente bolsista;

(X) Com aporte de recurso financeiro para despesas de custeio e/ou de capital e com participação de discente voluntário;

( ) Sem aporte de recurso financeiro para despesas de custeio e/ou de capital e com participação de discente bolsista;

Pág. 01 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00033093/2019 e o código Z1RCA843.

( ) Sem aporte de recurso financeiro para despesas de custeio e/ou de capital e com participação de discente voluntário.

INTRODUÇÃO (com apresentação do problema e breve justificativa)

O Laboratório de Análise de Escalas é parte integrante do Projeto Político Pedagógico do Curso de Engenharia Química. Ele foi criado para permitir aos alunos contato práticos com questões envolvidas na análise, projeto e simulação do aumento de escala dos processos.

O projeto aqui apresentado propõe a construção de três módulos experimentais para atender aos requisitos do curso de Engenharia Química. Durante o curso, os alunos são preparados para o dimensionamento de processos, porém, em muitos casos os exemplos apresentados consideram condições ideais de operação, desprezando, por exemplo, os efeitos do escoamento, em sistemas homogêneos, e da transferência de massa, em sistemas heterogêneos, assim como fatores relacionados ao equilíbrio de fases. Quando é considerado o aumento da escala de um processo do nível de bancada para unidades piloto esses efeitos de não idealidade são ainda mais significativos e, portanto, devem ser devidamente identificados e matematicamente bem descritos para evitar erros grosseiros de projeto.

Como ações iniciais para o estabelecimento do Laboratório de Análise de Escalas são propostos módulos de Reatores tubulares não-ideais; Processos Fotoquímicos e Sistemas de Produção de Biodiesel. Cada um destes módulos apresenta suas particularidades e possui uma finalidade específica, descritas em seguida. Juntos, eles permitem aos alunos contato com processos que possuem diferentes características e tem potencial de ampliar seu conhecimento prático de sistemas variados clássicos do campo de atuação do Engenheiro Químico.

1) Módulo didático: Reatores não ideais

Este módulo é o ponto inicial da introdução dos alunos aos efeitos de não idealidade nos processos. Sua simplicidade de operação e compreensão permitem que os alunos visualizem o comportamento real do escoamento em tubos, utilizando reatores tubulares como exemplos. Idealmente, considera-se que todas as moléculas que atravessam um equipamento com geometria tubular permanecem pelo mesmo tempo dentro do tubo, porém, essa hipótese ignora os efeitos da dispersão ocasionada pela transferência de massa e efeitos de mistura no sistema. Neste módulo os alunos podem obter uma distribuição real de tempos de residência no sistema e, com ela, projetar e simular reatores em escalas superiores à de bancada.

2) Módulo Experimental: Processos fotoquímicos

Processos fotoquímicos são empregados no tratamento de efluentes emergentes e também na obtenção de biocombustíveis. Um dos módulos experimentais montado no Laboratório de Análise de Escalas abordará o funcionamento destes processos, que possuem como particularidade a influência primordial da fonte de radiação luminosa. O espalhamento da luz e sua absorção pelo sistema é intimamente ligado a fatores como a geometria do sistema e potência e faixa de emissão de fótons da fonte e, portanto, à escala do processo. Serão realizados experimentos em diferentes condições para a avaliação dos efeitos das variáveis operacionais e para a obtenção de dados reais. A partir destes dados os alunos serão desafiados a projetar um reator em escala piloto para a fotodegradação de efluentes emergentes utilizando a luz solar como fonte de radiação natural, limpa e renovável.

3) Módulo Experimental: Sistemas de produção de biodiesel

A produção de biocombustíveis é um tema muito comum no espectro de atuação do Engenheiro Químico e, nesse sentido, é importante formar alunos que entendam as demandas atuais e futuras destes processos. O módulo experimental de sistemas de produção de biodiesel permitirá aos alunos testar e comparar diferentes rotas tecnológicas para a obtenção deste combustível, visando sempre o desenvolvimento da

Pág. 02 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00033093/2019 e o código Z1RCA843.

capacidade de compreensão de problemas e apresentação de soluções viáveis. O aumento de escala de processos de produção de biodiesel passa, necessariamente, pela seleção da rota tecnológica mais promissora. Dessa forma, o foco deste módulo será mostrar aos alunos o uso da escala de bancada para o desenvolvimento de rotas de síntese de produtos de interesse.

As ações do projeto foram elaboradas visando o contato gradual dos alunos com as diferenças entre os processos ideais, mais comuns nos exemplos apresentados em sala de aula, e os processos reais, nos quais há efeitos de escoamento e de transferência de massa, por exemplo. Realizando os experimentos propostos, acredita-se que os alunos poderão verificar por si mesmos algumas das dificuldades encontradas no projeto e simulação de processos reais e, paralelamente, terão a oportunidade de consolidar conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia Química através da vivência prática.

OBJETIVOS

Geral:

Projetar, construir módulos experimentais, obter dados e avaliar os efeitos do aumento de escala de processos envolvendo reatores químicos

Específicos:

- **Montar para utilização regular em disciplina curricular um módulo didático para experimentos de análise de não idealidade na modelagem de reatores reais sem e com recheio;**
- **Construir módulo experimental e obter dados para avaliação do aumento de escala de processos fotoquímicos;**
- **Projetar e construir módulo experimental para avaliação de sistemas de produção de biodiesel.**

METODOLOGIA

Este projeto será conduzido em três etapas paralelas, cada qual detalhada a seguir.

1) Módulo didático: Reatores não ideais

Este módulo didático é composto por reatores tubulares de 1 e 2 m de comprimento. Nessa prática, inicialmente, um fluido é alimentado ao reator em vazão constante e conhecida. Então, é realizada a injeção de um traçador Azul de metileno, em forma de pulso, para a determinação da distribuição dos tempos de residência dentro do reator. Para isso, são coletadas amostras em intervalos de 4 s na saída do reator e mensurada sua concentração através de análises de absorbância em 670 nm. O procedimento é repetido utilizando o segundo reator e, alternativamente, pode ser realizado simulando um reator de leito fixo. A partir dos dados obtidos é possível simular o comportamento real do escoamento nestes reatores.

2) Módulo Experimental: Processos fotoquímicos

Este módulo experimental será montado utilizando um reator batelada agitado de 1 L de volume interno e com camisa de refrigeração. Como fonte de radiação artificial para os experimentos de processos fotoquímicos será utilizada, inicialmente, lâmpada de luz ultravioleta de 7 W de potência posicionada no centro do reator. A lâmpada é isolada do meio líquido por um copo de quartzo. A solução contendo o composto cuja degradação fotoquímica se deseja avaliar é acondicionada no reator, em concentração e pH pré-determinados, juntamente com o fotocatalisador escolhido. Amostras de 3 mL do meio líquido são periodicamente coletadas utilizando uma seringa e analisadas utilizando técnicas analíticas adequadas (dependendo do composto estudado). Alternativamente, o procedimento pode ser realizado utilizando radiação solar como fonte direta de luz. Utilizando os dados obtidos é possível analisar a viabilidade e projetar o aumento de escala do processo, e, nesse caso, a aplicação direta da luz solar como fonte de radiação limpa e renovável.

Pág. 03 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00033093/2019 e o código Z1RCA843.

3) Módulo Experimental: Sistemas de produção de biodiesel

Neste módulo experimental serão avaliadas diferentes rotas tecnológicas para a produção de biodiesel. O módulo será projetado e construído considerando um reator operando em batelada com refluxo de solvente e utilizando catalisadores homogêneos e heterogêneos. Além das rotas tradicionais, a partir de óleos com baixa acido e elevado teor de triglicerídeos e álcoois de cadeia curta como receptores de acila, serão avaliadas alternativas utilizando rotas sem a produção de glicerol e aplicando óleos residuais como matérias primas. O procedimento experimental inclui a montagem do sistema, pesagem dos reagentes e controle do processo de reação. São coletadas amostras em intervalos pré-determinados e analisados os teores de produtos. O módulo também será utilizado para realização de experimentos variando as condições operacionais e, dessa forma, permitirá a análise de possíveis efeitos do aumento de escala dos processos, como os efeitos de transferência de massa e custos com separação dos produtos.

RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se alcançar como resultados principais ao final deste projeto:

- Realização regular de aulas práticas de reatores não ideais na disciplina de Laboratório de Fenômenos de Transporte e Operações Unitárias A;
- Obtenção de dados para análise de viabilidade e projeto de unidade piloto de processos fotoquímicos com luz solar;
- Avaliação comparativa de diferentes rotas de produção de biodiesel e seleção de alternativas promissoras para projeto de aumento de escala do processo;
- Utilização dos módulos experimentais para a discussão com os alunos do curso de Engenharia Química sobre o funcionamento de diferentes processos, tanto no tratamento de efluentes emergentes como na produção de biocombustíveis, assim como dos efeitos esperados no aumento de escala destes sistemas.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

Descrição das Atividades (2020 e 2021)	**Período**																							
Montagem dos módulos																								
Testes experimentais do funcionamento dos módulos e elaboração de procedimentos																								
Realização de experimentos																								
Análise dos dados																								
Projetos de aumento de escala dos processos																								

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA (2020)

1. Material de consumo (Código 33.90.30)

Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Total (1)			**0,00**

2. Passagens (Código 33.90.33)

Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Total (2)			**0,00**

Pág. 04 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00033093/2019 e o código Z1RCA843.

3. Outros Serviços de Terceiros – Pessoa Física (Código 33.90.36)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Total (3)			**0,00**
4. Outros Serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica (Código 33.90.39)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Total (4)			**0,00**
5. Outros Serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica- Empresa Pública (Código 33.91.39)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Total 5			**0,00**
6. Equipamentos e Material Permanente (Código 44.90.52)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Agitador magnético com chapa de	1	1500,00	1500,00
Balança Analítica	1	5400,00	5400,00
Estufa de secagem	1	2400,00	2400,00
pHmetro digital	1	1700,00	1700,00
Total 6			**11000,00**

7. Bolsas de Ensino (Código 33.90.18)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Bolsa Discente	10	460,00	4600,00
Total 7			**4600,00**
TOTAL PROJETO - 2020 (Total 1 + Total 2 + Total 3 + Total 4 + Total 5 + Total 6)			**11000,00**

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA (2021)			
1. Material de consumo (Código 33.90.30)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Total (1)			**0,00**
2. Passagens (Código 33.90.33)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Total (2)			**0,00**
3. Outros Serviços de Terceiros – Pessoa Física (Código 33.90.36)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Total (3)			**0,00**
4. Outros Serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica (Código 33.90.39)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**

Pág. 05 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00033093/2019 e o código Z1RCA843.

Total (4)			**0,00**
5. Outros Serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica- Empresa Pública (Código 33.91.39)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Total 5			**0,00**
6. Equipamentos e Material Permanente (Código 44.90.52)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Agitador magnético com chapa de	1	1500,00	1500,00
Capela de Exaustão de Gases	1	2300,00	2300,00
Medidor de Luz Ultravioleta Digital	1	700,00	700,00
Banho termostatizado com circulação	1	6500,00	6500,00
Total 6			**11000,00**

7. Bolsas de Ensino (Código 33.90.18)			
Discriminação	**Quantidade**	**Valor unitário (R$)**	**Sub-Total (R$)**
Bolsa Discente	10	460,00	4600,00
Total 7			**4600,00**
TOTAL PROJETO - 2021 (Total 1 + Total 2 + Total 3 + Total 4 + Total 5 + Total 6)			**11000,00**

Heveline Enzweiler (Coordenadora do Projeto de Ensino)

Chefe Setor de Compras Centro (assinatura e data)

Data da reunião de aprovação do Projeto e assinatura do Presidente do Colegiado Pleno do Departamento

Pág. 06 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00033093/2019 e o código Z1RCA843.

Assinaturas do documento

Código para verificação: **Z1RCA843**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

HEVELINE ENZWEILER (CPF: 061.XXX.329-XX) em 06/02/2020 às 19:13:43
Emitido por: "SGP-e", emitido em 14/08/2019 - 14:25:01 e válido até 14/08/2119 - 14:25:01.
(Assinatura do sistema)

ELISANDRA RIGO (CPF: 937.XXX.080-XX) em 07/02/2020 às 10:14:42
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:37:35 e válido até 30/03/2118 - 12:37:35.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwMzMwOTNfMzM0NzRfMjAxOV9aMVJDQTg0Mw== ou o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo **UDESC 00033093/2019** e o código **Z1RCA843** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.