

Monografia de Graduação

Classificação temática das pesquisas desenvolvidas no PRH-14

Michel Dutra Nóbrega

Natal, dezembro de 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

CLASSIFICAÇÃO TEMÁTICA DAS PESQUISAS DESENVOLVIDAS
NO PRH-14

MICHEL DUTRA NÓBREGA

Trabalho de conclusão de curso
submetido à Universidade Federal do Rio
Grande do Norte como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Chiavone Filho

Natal, RN

Dezembro de 2014

MICHEL DUTRA NÓBREGA

CLASSIFICAÇÃO TEMÁTICA DAS PESQUISAS DESENVOLVIDAS NO PRH-14

Este trabalho foi jugado adequado para a obtenção de título de

ENGENHEIRO MECÂNICO

Sendo aprovado em sua forma final.

Data: ___ / ___ / _____

Oswaldo Chivone Filho – Orientador

BANCA EXAMINADORA

Oswaldo Chivone Filho

Luiz Guilherme Meira de Souza

Felipe Rodrigues de Freitas Neto

Natal, dezembro de 2014.

NÓBREGA, Michel Dutra - Classificação temática das pesquisas desenvolvidas no PRH-14, UFRN, Departamento de Engenharia Mecânica, Programa de Recursos Humanos – PRH14/ANP. Áreas de concentração: Engenharia de Petróleo, Natal/RN, Brasil.

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Chiavone Filho.

RESUMO: O Programa de Recursos Humanos 14 (PRH-14) é um programa financiado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e pela Universidade Petrobras (UP). Teve início no ano de 1999, com o objetivo de orientar a formação dos Engenheiros para o setor de petróleo e gás (SPG). Esse trabalho visa mapear e classificar as pesquisas desenvolvidas no PRH-14, com base no mapa do conhecimento da ANP, das atividades e competências da indústria do petróleo e gás, listando-os por área e comentando os benefícios trazidos de cada trabalho. As monografias de graduação reportadas pelo PRH-14 foram utilizadas como referência para essa compilação.

Palavras Chaves: PRH-14; Classificação; Pesquisas Desenvolvidas; Monografia.

ABSTRACT: The Human Resources Program 14 (PRH-14) it is a program sponsored by National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP) and by Petrobras University. It has began in 1999, aiming to guide the graduation of Engineers for Oil and Gas Sector (OGS). This document aims to map and classify the researches developed on PRH-14 based on the ANP knowledge map, of activities and competences of oil and gas industry, listing them by area and commenting the benefits brought by each research. The monographies reported by PRH-14 were utilized as reference for this compilation.

Keywords: PRH-14, Classification, Developed Researches, Monographia.

*“Genialidade é a Habilidade de
reduzir o complicado em simples”*

C. Walter Ceram

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho à Deus por ter me sustentado e fortalecido diante as dificuldades.
A minha família, namora e amigos que sempre estiveram ao meu lado, trazendo fé e esperança a minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me trouxe saúde, deu-me a oportunidade de cursar uma universidade, força, perseverança e sabedoria para concluí-la.

Aos meus pais, Eliezer Nóbrega Júnior e Mabel de Lima Dutra, que sempre me apoiaram. Chegar tão longe só foi possível devido ao apoio incondicional dos meus pais, que estiveram comigo diante tantas dificuldades superadas.

A minha namorada Thaís Helena Paiva de Araújo, pela paciência e apoio e ajuda cedida, depois de muitos fins de semanas sacrificados pelo estudo. Sou grato por ela ter estado comigo nos anos mais difícil de minha graduação.

Ao professor Dr. Osvaldo Chiavone Filho, pela amizade, orientação e dicas a respeito da minha monografia.

A Igor Jefferson Cabral Araújo, por toda ajuda cedida para que fosse possível a realização dessa monografia.

Obrigado a todos os amigos que me acompanharam e me apoiaram em dias de lutas e comemoraram comigo os dias de glória.

E finalmente agradeço aos professores e tutores que fizeram parte de minha jornada até aqui, cedendo conhecimentos, orientando-me e educando.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Formação de plasma na gaiola catódica rotativa.</i>	6
<i>Figura 2 - Interior do destilador com medição das temperaturas do líquido e do vapor.</i>	9
<i>Figura 3 - Processo de corte da ferramenta de metal duro.</i>	14
<i>Figura 4 - Reômetro MARS utilizado no estudo experimental.</i>	18
<i>Figura 5 - Curvas de fluxo em função da taxa de cisalhamento e da concentração de GX nos fluidos.</i>	29
<i>Figura 6 - Tela inicial do software de simulação.</i>	34
<i>Figura 7 - Projeto do dinamômetro.</i>	37
<i>Figura 8 - extensômetros e elemento elástico final.</i>	38
<i>Figura 9 - Curva de saída da camada de representação da rede, a linha vermelha indica parada para manutenção.</i>	41
<i>Figura 10 - Aparato desenvolvido para a Célula Othmer automatizada e para baixas concentrações.</i>	43
<i>Figura 11 - Flowsheet da unidade de separação na simulação.</i>	44
<i>Figura 12 - Ebuliômetro Fischer acoplado ao controlador M101, Bomba à vácuo e sistema de refrigeração.</i>	48
<i>Figura 13 - Analisador de gás GreenLine 8000 da Eurotron.</i>	50
<i>Figura 14 - Processo de separação.</i>	53
<i>Figura 15 - Bancada de testes para termoacumuladores.</i>	58
<i>Figura 16 - Esquema do projeto.</i>	60
<i>Figura 17 - Gráfico da pressão versus entalpia para a variação das temperaturas de evaporação do R-410A.</i>	63
<i>Figura 18 - Desempenho do processo foto-Fenton no reator solar e no reator com lâmpada.</i>	65
<i>Figura 19 - A) Controle e óleo bruto após emulsificação; B) Controle e diesel após emulsificação.</i>	68
<i>Figura 20 - Extração de compostos de degradação por microemulsão.</i>	69
<i>Figura 21 - Interior do destilador com medição das temperaturas do líquido e do vapor.</i>	71
<i>Figura 22 - Destilador solar.</i>	72
<i>Figura 23 - Locais indicados na pá onde as medições foram realizadas.</i>	77
<i>Figura 24 - Ebuliômetro Fischer utilizado no procedimento experimental.</i>	79

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Resultado do dimensionamento das bombas.</i>	<u>32</u>
<i>Tabela 2 - Histórico da simulação.</i>	<u>34</u>
<i>Tabela 3 - Bolsas ANP e Petrobras para o PRH-14</i>	<u>84</u>

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 - Cursos atuantes no PRH-14</i>	<u>83</u>
<i>Gráfico 2 - Áreas de atuação do PRH-14</i>	<u>83</u>

LISTA DE SÍMBOLOS

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

PRH – Programa de Recursos Humanos.

ANP – Agência Nacional do Petróleo e Gás Natural.

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica.

DEQ – Departamento de Engenharia Química.

DCA – Departamento de Engenharia de Computação e Automação

CT – Centro de Tecnologia.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

BSW – Basic sediments and water (Sedimentos básicos e água).

Sumário

RESUMO	IV
DEDICATÓRIA	VI
AGRADECIMENTOS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE GRÁFICOS	X
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
1. INTRODUÇÃO	2
1.1. O PRH-14	2
1.2. Objetivos	3
1.3. Mapa do Conhecimento da ANP	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Exploração	5
2.1.1. Mapeamento Geológico	5
2.1.2. Mapeamento submarino	5
2.1.3. Geofísica de poço	5
2.1.4. Engenharia de reservatórios	5
2.1.5. Geofísica: métodos não sísmicos	8
2.1.6. Geoquímica, petrografia orgânica e biomarcadores	8
2.1.7. Bioestatigrafia e paleoecologia	8
2.1.8. Análise de bacia sedimentares	8
2.1.9. Mecânica de perfuração	8
2.1.10. Modelagem de bacias	10
2.1.11. Geoprocessamento e inteligência computacional	10
2.1.12. Sistemas petrolíferos	10
2.1.13. Análise de risco exploratório	10
2.1.14. Estruturas e equipamentos de interligação submarina e de elevação	10
2.1.15. Sistemas flutuantes, ancoragem e posicionamento dinâmico	12
2.1.16. Monitoramento, inspeção e reparo de estruturas e equipamentos	12
2.1.17. Confiabilidade e análise de risco de falhas em sistemas de exploração	16
2.1.18. Licitação	16
2.1.19. Geofísica: métodos sísmicos	16
2.2. Desenvolvimento, produção, transferência, transporte	16
2.2.1. Geologia e geofísica de reservatórios	16
2.2.2. Engenharia de reservatórios	16

2.2.3.	Engenharia de perfuração	24
2.2.4.	Engenharia de completação, restauração e estimulação	27
2.2.5.	Engenharia de produção de petróleo e gás natural	30
2.2.6.	Transferência e transporte	37
2.3.	Refino, processamento e distribuição de derivados	38
2.3.1.	Materiais	38
2.3.2.	Processos de refino	40
2.3.3.	Processamento de gás natural	48
2.3.4.	Produtos e insumos	54
2.3.5.	Segurança, meio ambiente e saúde (SMS)	56
2.3.6.	Sistema de utilidades	57
2.3.7.	Transporte e distribuição	58
2.3.8.	Revenda	60
2.4.	Meio ambiente	62
2.4.1.	Estudo de processos geológicos recentes	62
2.4.2.	Licenciamento ambiental	62
2.4.3.	Gestão e regulação ambiental	62
2.4.4.	Mapeamento da sensibilidade ambiental a derramamento de petróleo	62
2.4.5.	Sensoriamento remoto e geoprocessamento	62
2.4.6.	Diagnóstico ambiental	62
2.4.7.	Modelagem ambiental	62
2.4.8.	Monitoramento ambiental e avaliação de impactos	62
2.4.9.	Avaliação e valoração de impactos ambientais	64
2.4.10.	Remediação e recuperação ambiental	64
2.4.11.	Banco de dados ambientais	75
2.4.12.	Educação ambiental	75
2.4.13.	Dutovias e meio ambiente	77
2.4.14.	Emissões atmosféricas	77
2.4.15.	Avaliação de risco	77
2.5.	Biocombustíveis	77
2.5.1.	Aproveitamento de resíduos e co-produtos das cadeias de biocombustíveis	77
2.5.2.	Produção de etanol	78
2.5.3.	Produção de bioquerosene de aviação	78
2.5.4.	Desenvolvimento de processos de produção de biodiesel	78
2.5.5.	Matérias primas	81
2.5.6.	Uso de biocombustíveis	81

2.6. Direito, economia, energia, gestão e regulação	81
3. Resultados e discussões	83
4. CONCLUSÃO	86
5. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	88
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Em 1999, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) implementou um programa para incentivar a formação de mão-de-obra especializada, tendo em vista à expansão da indústria do petróleo e gás natural. Esta iniciativa recebeu o nome de Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH-ANP).

O PRH-ANP é executado por conjunto nacional de instituições de ensino superior e abrange vertentes como graduação e pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado).

De 1999 a 2014, foram investidos mais de R\$377 milhões na concessão de 8.290 bolsas e atualmente possui duas fontes de recursos: o Fundo Setorial CT-PETRO e a cláusula de Pesquisa e Desenvolvimento dos contratos de concessão e cessão onerosa (PETROBRAS). Atualmente estão em atividade 55 programas de nível superior, sendo 32 instituições em 16 estados.

1.1. O PRH-14

O Programa de Recursos Humanos 14 da ANP (PRH-14) teve início no segundo semestre de 1999 e tem como sede a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) no Núcleo de Pesquisa em Petróleo e Gás Natural (NUPEG). O PRH-14 tem ênfase na Engenharia de Processos em Plantas de Petróleo e Gás Natural, atuando em três sub-áreas de especialização: Engenharia de Petróleo, Engenharia de Processos, e Engenharia Ambiental. O PRH14 em 2005 foi ampliado com dois novos cursos de graduação (Eng. de Computação e Eng. Mecânica), dois novos cursos de Mestrado (Eng. Elétrica e Eng. Mecânica) e um novo curso de Doutorado (Eng. Elétrica) os quais contemplam as áreas de Automação e Metrologia. Depois, o curso de doutorado em Eng. Mecânica foi implementado e aprovado pela CAPES e, portanto, solicitamos apoio para esse curso além da manutenção das quotas para o próximo exercício. No final de 2007, o programa recebeu os cursos de mestrado e doutorado em Ciência e Engenharia de Petróleo, e Química, aumentando a demanda de cotas de bolsa. Portanto em 2008 o PRH-14 teve nova ampliação com a inserção do Programa Multidepartamental PPGCEP – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo - que foi criado em 2006 e teve início das atividades (Mestrado e Doutorado) em agosto de 2006 com entradas semestrais.

Atualmente, os cursos de Engenharia de Computação e Engenharia Elétrica, como os cursos do PPGCEP estão com os seus respectivos PRH's e assim sendo neste ano de 2014, portanto, de maneira absoluta temos menos demanda de bolsas, porém é importante manter as quotas para os cursos vigentes do PRH-14, de forma a garantir o bom desempenho e até compensar a hospedagem desses cursos citados ao longo dos últimos anos.

O estado do RN tem apresentado atividade visivelmente crescente na SPGB tanto no setor industrial como de desenvolvimento de pesquisa científica. Nossa demanda para o próximo ano segue alta tendo em vista os 8 cursos do PRH-14 apresentam atividade e resultados de inserção de RH's direto no setor, 3 cursos de Eng. Química, 3 cursos de Eng. Mecânica, e finalmente 2 cursos de Química em nível de pós-graduação.

Temos observado uma inserção significativa dos nossos formandos no mercado de trabalho do Setor de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, fundamentando a manutenção do número de bolsistas novos. Além disso, o PRH14 tem sempre atraído os alunos dos cursos de Engenharia e Ciências Exatas e isto pode ser visto na demanda pela especialização ou nas disciplinas, mesmo no período sem o bônus da bolsa.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal classificar as pesquisas realizadas no Programa de Recursos Humanos 14 (PRH-14) com base no Mapa do Conhecimento da ANP, de forma a mapear e organizar as monografias de graduação desenvolvidas, desde o início do programa até os dias atuais. É também foco do trabalho, comentar cada trabalho e discutir a contribuição de cada pesquisa para a indústria do petróleo e gás.

1.3. Mapa do Conhecimento da ANP

O Mapa do Conhecimento das atividades e competências da indústria de petróleo e gás é um escopo, formato e periodicidade já definidos, conforme decidido no VII Encontro Anual do PRH-ANP/MCT (maio/2005) pelos seus grupos de trabalhos temáticos.

Os grupos definidos pelo Mapa do Conhecimento da ANP são divididos em: grande área, área e sub-área.

O principal e mais importante grupo é a grande área composta por:

- Exploração;
- Desenvolvimento, produção, transferência, transporte;
- Refino, processamento e distribuição de derivados;
- Meio ambiente;
- Biocombustíveis;
- Direito, economia, energia, gestão e regulação.

Dentro de cada grande área existem áreas e ainda dentro de cada área existem as sub-áreas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

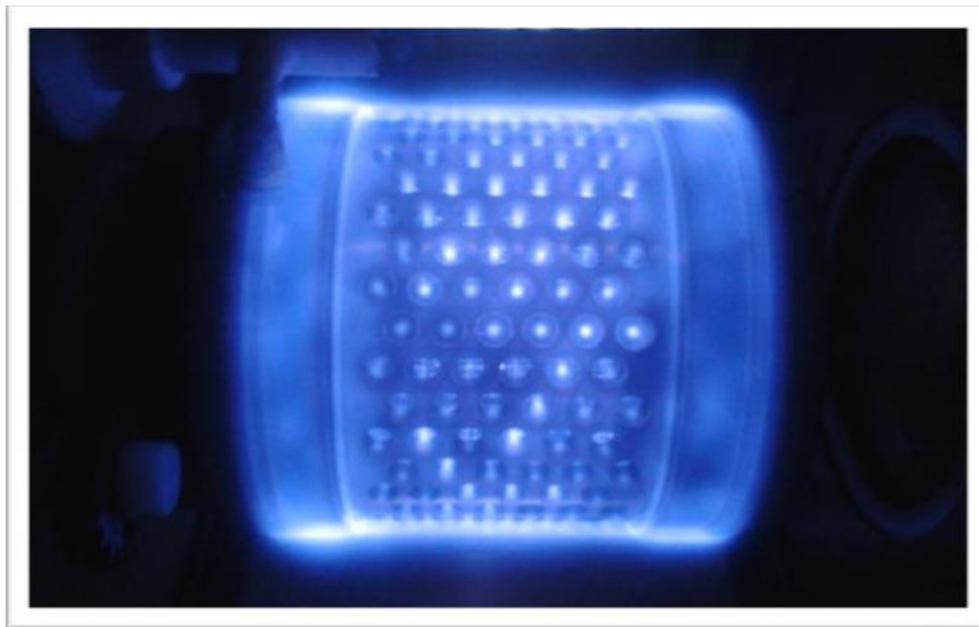
Nesse tópico serão classificadas por área e comentadas as monografias de graduação realizadas no Programa de Recursos Humanos (PRH-14).

2.1. Exploração

- 2.1.1. Mapeamento Geológico
- 2.1.2. Mapeamento submarino
- 2.1.3. Geofísica de poço
- 2.1.4. Engenharia de reservatórios

- **Título da monografia:** Estudo preliminar da deposição de filmes duros por plasma em insertos de metal duro. (LIRA, 2013)
- **Autor:** Gustavo Santos de Lucena Lira.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** Este trabalho teve como proposta, fazer um estudo preliminar da aplicação da técnica de deposição de filmes duros por plasma, em insertos de metal duro, utilizando descarga por gaiola catódica rotativa. Foi realizado um ataque químico no inserto de metal duro com a finalidade de melhorar o grau de adesividade do revestimento, que posteriormente iria receber a deposição de filmes duros, porém, de acordo com o autor, a deposição do revestimento sobre o inserto de metal duro não foi realizada devido interdição do laboratório. Por fim foram analisadas as superfícies atacadas do inserto de metal duro e apresentaram maior valor de rugosidade do que a superfície não atacada, demonstrando o sucesso no processo de texturização química. Foi construída uma gaiola catódica rotativa que funcionou normalmente no reator, possibilitando a formação de plasma e atingindo baixas pressões num curto intervalo de tempo.

Figura 1 - Formação de plasma na gaiola catódica rotativa.



Fonte: (LIRA, 2013)

- **Título da monografia:** Desenvolvimento da Capacidade de Comunicação Segundo o Protocolo OPC (OLE for Process Control) para o Sistema Supervisório SISAL (Sistema Supervisório de Automação da Elevação) (NETO, 2010).
- **Autor:** João Teixeira de Carvalho Neto.
- **Área de concentração:** Engenharia de Computação e Automação.
- **Comentários:** O objetivo do projeto foi desenvolver um software que se comunique com o servidor SISAL através do protocolo PCI e faça o papel de um servidor de informações referentes à poços via protocolo OPC. Foi feita uma pesquisa e escolha de um toolbox que implemente as funcionalidades de um servidor OPC e um Estudo detalhado do toolbox escolhido, funcionalidades, vantagens e limitações. Implementação de servidores OPC para compreensão dos membros das classes do toolbox. Implementação de um servidor OPC genérico com namespace dinâmico. Estudo do funcionamento da comunicação PCI utilizada no SISAL. Anexação do servidor OPC implementado com o servidor SISAL. Documentação do código do aplicativo e criação de um instalador para o programa. O desenvolvimento do Servidor OPC para o SISAL possibilita que os dados disponibilizados pelo servidor SISAL, através do protocolo PCI, possam ser também disponibilizados através do protocolo padronizado, OPC. Além de resolver o atual problema de sobrecarregamento do banco de dados do servidor SISAL, o servidor OPC oferece mais uma possível forma de acesso

aos dados referentes aos poços para fins de monitoramento de variáveis em tempo real. O desenvolvimento da documentação técnica possibilita que os desenvolvedores que possam possivelmente fazer alguma mudança ou atualização (upgrade) do aplicativo, tenham o máximo de informações possíveis sobre o código que foi desenvolvido. O desenvolvimento da documentação de uso possibilita que os usuários finais e os administradores do sistema possam ter acesso às informações referentes à instalação, configuração e modo de funcionamento do Servidor OPC para o SISAL, além do mesmo servir como um guia para responder as possíveis perguntas do usuário do programa.

- **Título da monografia:** Tuma Nova Topologia para Geração de Malhas Utilizadas na Simulação Numérica do escoamento em Bombas de Cavidades Progressivas (NETO, 2011).
- **Autor:** João Coringa dos Santos Neto.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** O objetivo dessa monografia foi desenvolver uma nova topologia para geração de malhas móveis e deformáveis, baseada nas características geométricas e cinemáticas da bomba, que possam ser empregadas para a realização de estudos numéricos da interação fluido-estrutural no interior de BCPs. A malha tridimensional de elementos hexaédricos representa o domínio fluido no interior da bomba e a sua descrição topológica é desenvolvida a partir de um sistema de coordenadas cilíndricas de tal maneira que, para uma dada seção transversal da bomba, as arestas angulares desses elementos são linhas radiais centradas no centro do rotor (e por isso móveis) e as arestas radiais são linhas eqüidistantes entre as paredes do estator e do rotor (e por isso também se modificam, de acordo com a posição do rotor). As arestas longitudinais são caracterizadas pelas diversas fatias que seguem o eixo ao longo da bomba (a discretização que gera as faces longitudinais). A presente topologia de geração de malha é ainda implementada internamente no software CFX/ANSYS de dinâmica dos fluidos computacional como uma biblioteca dinâmica, DLL (dynamic linkage library), escrita em linguagem FORTRAN 90, podendo assim ser empregada para realização de simulações computacionais do escoamento no interior de BCPs. Depois de analisados os resultados, comprova-se a eficiência da topologia proposta neste trabalho em gerar malhas que possam representar bem a geometria das Bombas de Cavidades Progressivas e produzir resultados satisfatórios e

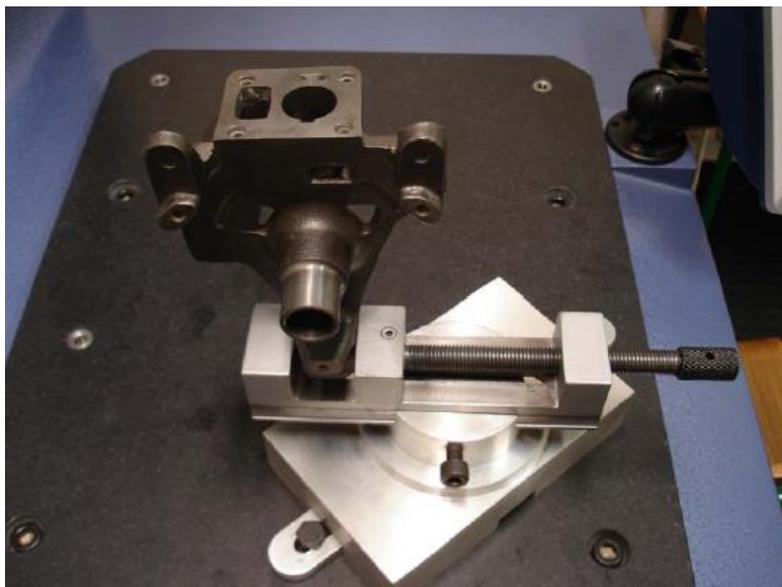
devidamente validados em relação à descrição do escoamento no interior de tais bombas.

- **Título da monografia:** Influência de parâmetros dimensionais e geométricos em placas de orifício na determinação da vazão (JUNIOR, 2010).
- **Autor:** João Batista de La Salles Junior.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia teve como objetivo avaliar a influência de grandezas macrogeométricas, como a circularidade, microgeométricas como a rugosidade superficial, e dimensionais em placas de orifício na determinação da vazão. O procedimento inicial consistiu primeiramente na medição e análise de vários parâmetros (circularidade, planeza, diâmetro do orifício, espessura da placa, etc.) importantes nas placas de orifício. Seguindo, foi criada uma “planilha-programa” no Microsoft Excel, para que pudesse ser avaliado o erro de circularidade das placas que foram medidas para análise. Nessa planilha foram feitas suposições para diferencial de pressão, diâmetro da tubulação e velocidade de escoamento do fluido, todos esses valores adequados para esse tipo de aplicação. Para o cálculo do coeficiente de descarga foi utilizada a equação de Reader-Harris/Gallagher segundo a norma ISO 5167-1. Os demais dados, que provêm das medições realizadas, como: circularidade, diâmetro do orifício, espessura da placa, etc, são entrados no programa, o qual então nos indicará as possíveis estimativas de erros, para mais ou para menos, e uma estimativa final, a qual poderia estar sendo medida devido à ovalização da placa de orifício. os valores da medição de vazão utilizando placas de orifício são afetados pelos seus erros de circularidade. Porém, essa influência é desprezível quando se percebe que os parâmetros tais como rugosidade à montante, espessura, circularidade, planeza, entre outras, das placas analisadas encontram-se dentro dos limites de tolerâncias impostas pelas normas.

- 2.1.5. Geofísica: métodos não sísmicos
- 2.1.6. Geoquímica, petrografia orgânica e biomarcadores
- 2.1.7. Bioestatigrafia e paleoecologia
- 2.1.8. Análise de bacia sedimentares
- 2.1.9. Mecânica de perfuração

- **Título da monografia:** Avaliação de um dispositivo utilizado em máquina de medir por coordenadas (TANAKA, 2009).
- **Autor:** Marcelo Costa Tanaka.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** Essa monografia propôs o projeto e a construção de um dispositivo para fixação de peças possibilitando um rápido alinhamento das peças a serem medidas. O dispositivo projetado para a máquina foi dimensionado de modo que pudesse ser fixado em sua base e que ocupasse um espaço adequado em seu volume de medição e construído utilizando processos de usinagem. O projeto da mesa foi baseado na mesa do projetor de perfil. Esta mesa é composta de uma plataforma com grau de liberdade de 360° e uma morsa para a fixação de peças. Para a fabricação da mesa de base e da morsa escolhida para o projeto, foram utilizados processos de usinagem, provenientes de diversas máquinas ferramentas e ferramentas manuais. Foram utilizadas limpas, serras, máquina de roscar, fresa, furadeira e plaina. A construção do dispositivo para fixação de peças para máquina de coordenadas irá proporcionar um melhor alinhamento das peças a serem medidas, padronizando uma forma de fixação rápida e repetitiva, possibilitando a redução de tempo, agilizando e facilitando o processo de calibração e medição. A escolha correta do processo de fabricação acarreta na otimização do tempo de usinagem, e na melhoria qualidade do acabamento da superfície, proporcionando maior produtividade com menor esforço.

Figura 2 - Interior do destilador com medição das temperaturas do líquido e do vapor.



Fonte: (TANAKA, 2009)

- **Título da monografia:** Monitoramento das propriedades químicas e físicas dos fluidos de perfuração (MELO, 2009).
- **Autor:** Klismeryane Costa de Melo.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O objetivo deste trabalho foi apresentar metodologias de análises de propriedades físicas e químicas, realizadas nas sondas de perfuração, para fluidos base água. Essas propriedades são a densidade, os parâmetros reológicos, força gel, os parâmetros de filtração, o teor de sólidos, pH, cloretos, alcalinidade etc. Como metodologia foi feita análise de viscosidade Marsh, determinou-se o teor de areia e a massa específica, a determinação de parâmetros de filtração BTBP foi feita em um equipamento que consiste de um reservatório de fluido com capacidade aproximada de 400 cm³, um meio filtrante (Papel de filtro Whatman nº 50 de 9 cm ou similar), um coletor de filtrado (proveta graduada) e uma fonte de pressão (cilindro contendo N₂ ou CO₂). O reservatório é constituído por uma célula, tampa superior fixada através de uma prensa, gaxetas, tela e uma base. Determinou-se ainda parâmetros reológicos e gelificantes do fluido de perfuração. A alcalinidade de um filtrado à base de água ou de uma água provém de um ou mais dos seguintes agentes químicos: I – HO⁻ - Hidróxido II – CO₃⁼ - Carbonato III - CO₃H⁻ - Bicarbonato (% Borato + Silicato, etc). As propriedades dos fluidos de perfuração mostram as condições do fluido dentro do poço e seu monitoramento é de vital importância para um bom desempenho do mesmo durante a operação de perfuração. O monitoramento dessas propriedades é feito por metodologia de análises simples, de fácil realização e interpretação.

- 2.1.10. Modelagem de bacias
- 2.1.11. Geoprocessamento e inteligência computacional
- 2.1.12. Sistemas petrolíferos
- 2.1.13. Análise de risco exploratório
- 2.1.14. Estruturas e equipamentos de interligação submarina e de elevação

- **Título da monografia:** Algoritmos genéticos: Uma aplicação à robótica submarina. (DA SILVA, 2012)
- **Autor:** Caio Júlio César do Vale Fernandes da Silva.
- **Área de concentração:** Engenharia de Computação.

- **Comentários:** O presente trabalho retrata uma solução por meio de algoritmos genéticos, com o objetivo de otimizar e assim minimizar o tempo de resposta diante dos problemas frequentes na área de robótica submarina, desenvolvendo algoritmos para que veículos robóticos de exploração submarina, encontrem e percorram a menor distância provável e melhor rota dentre os locais de visitação. Os algoritmos genéticos mostraram-se versáteis e apresentou um grande balanço entre direcionar a pesquisa das respostas para espaços de busca de interesse, e vasculhar todo o espaço em busca de resposta. Porém mesmo sendo uma ferramenta poderosa não há nenhuma garantia que os algoritmos genéticos funcionem igualmente sempre, pois estes são dependentes dos parâmetros impostos pelo programador. Como vantagem do algoritmo implementado podemos citar a rápida convergência e a redução do caminho percorrido, assim como a versatilidade podendo se adaptar para qualquer problema que se deseje encontra a menor rota possível.

- **Título da monografia:** Projeto e Implementação de um Sensor Magnético Sem Fio Aplicado ao Método Plunger Lift (SILVA, 2009).
- **Autor:** Hundson Thiago Marinho da Silva.
- **Área de concentração:** Engenharia de Computação e Automação.
- **Comentários:** Essa monografia teve por objetivo mostrar o projeto e implementação de um sensor magnético sem fio, utilizando a tecnologia mais apropriada, para a substituição da forma de comunicação convencional, com fios, existente atualmente nos campos de produção de petróleo com o método Plunger Lift, mantendo a qualidade do método e reduzindo os custos com instalação e manutenção. Para um bom funcionamento do método de elevação, plunger lift, é essencial ter o controle sobre as diversas partes envolvidas no processo, entre elas a monitoração realizada sobre o pistão é de grande importância na otimização da retirada do fluido acumulado na coluna de produção (tubing). instrumentação sem fio proposta será implementada utilizando-se uma caixa antiexplosão que englobará o módulo transmissor e a bateria. O sensor magnético, que se encontra próximo a caixa, será conectado ao conjunto por uma entrada apropriada. Os testes foram realizados com a utilização de placas de circuito impresso com dispositivos que simulam o funcionamento de sensores e atuadores em uma planta real, com relação aos sinais lidos e de comando. É observado que a solução sem fio não representa um grande aumento nos gastos com relação às fontes de alimentação, pois, os dispositivos (transceptores), responsáveis pela

comunicação entre os sensores, atuadores e o CLP, possuem baixo consumo de energia.

2.1.15. Sistemas flutuantes, ancoragem e posicionamento dinâmico

2.1.16. Monitoramento, inspeção e reparo de estruturas e equipamentos

- **Título da monografia:** Cálculo da incerteza de medição na calibração de uma balança de pressão (PEREIRA, 2006).
- **Autor:** Mariana da Fonseca Pereira.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** Este trabalho teve como objetivo a determinação da incerteza de medição no processo de calibração de uma balança de pressão. Esta calibração foi feita por comparação direta contra uma balança de pressão padrão. Compararam-se as duas máquinas em dez pontos igualmente distribuídos ao longo da faixa nominal do mensurando. A calibração foi feita em uma balança de pressão com faixa nominal de 0,1 a 6,0 MPa e incrementos de pressão de 0,1 MPa. O padrão utilizado para a calibração foi outra balança de pressão do tipo pistão invertido. Após a calibração foi feito um modelo matemático, incluindo as grandezas que influenciam na calibração da balança e os erros ocorridos nessa calibração, para calcular a incerteza de medição. A incerteza expandida calculada foi de 410 Pa. Essa incerteza é a incerteza padronizada das medições multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,0$, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza calculada neste trabalho, comparada à faixa de medição da balança de pressão, foi baixa, constatando que o processo de calibração foi feito corretamente.

- **Título da monografia:** Construção e Análise de um Sistema de Aplicação de Ar Quente no Processo de Fresamento Frontal (SEGUNDO, 2011).
- **Autor:** José de Medeiros Leite Segundo.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** Este trabalho apresentou resultados, discussões e conclusões obtidas a partir da construção e análise de um sistema de aplicação de ar quente no processo de fresamento frontal. Construiu-se um bico difusor com uma geometria apropriada para soprar ar quente sobre a fase inativa da fresa. Para testar o sistema foi feita uma análise da distribuição de

temperatura em três pontos distintos no bico difusor, e foram realizados ensaios de fresamento a seco, onde a temperatura do ar foi variada entre a temperatura ambiente, 100, 350 e 580 °C. Ao fim de cada bateria de ensaios foram feitas análises dos insertos em microscópio eletrônico de varredura. Durante a análise em MEV a principal variável observada foi o número de trincas térmicas geradas nos insertos. Todos os ensaios foram realizados em um centro de usinagem, modelo D600, potência de 14,71 KW e rotação máxima de 10.000 RPM, fabricado pela ROMI. O material usado durante os ensaios foram barras de aço ABNT 1045 com seção transversal quadrada de 2 ½" (63,5 mm) e comprimento de 400 mm. Na amostra de aço foi feita análise metalográfica e ensaio de dureza Vickers. A medição das camadas de revestimento foi feita no microscópio eletrônico de varredura Philips XL30 ESEM. Com a fresa posicionada no eixo árvore do centro de usinagem, montou-se o "bico difusor" no soprador térmico e este posicionado junto a fresa. Três termopares (do tipo "K") foram fixados no bico difusor. As temperaturas medidas pelos três termopares foram monitoradas para três diferentes temperaturas ajustadas no soprador, sendo estas a temperatura ambiente, 100, 350 e 580 °C. Além das medições para a fresa parada, foram feitas medições com a fresa girando a 995 RPM (velocidade de rotação usada durante os testes de fresamento). Existiu troca de calor do ar quente com o bico, o que gerou uma queda de temperatura entre aquela ajustada no soprador e a encontrada na região de saída do bico difusor. Durante os ensaios, a temperatura medida em cada ponto do bico permaneceu praticamente constante durante todo o percurso de avanço. Isto ocorreu, pois, antes do início de cada bateria de ensaios, o soprador passou um tempo ligado até que a temperatura se estabilizasse. Dentre as condições ensaiadas, a que apresentou melhores resultados na redução de trincas térmicas foi a condição S580 (seco, à temperatura de 580°C).

Figura 3 - Processo de corte da ferramenta de metal duro.



Fonte: (SEGUNDO, 2011).

- **Título da monografia:** Monitoramento da evolução do desgaste de uma ferramenta de corte através de vibrações (MELO, 2014).
- **Autor:** José Felipe Nobre de Melo.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** O objetivo deste trabalho foi contribuir nas técnicas de utilização do sinal de vibração para o monitoramento da evolução do desgaste da ferramenta em tempo real e com isso, determinar o momento correto de sua troca no processo fresamento. Para isto, será utilizado um centro de usinagem CNC Romi D600, em que serão fresados corpos de prova de aço 4340 (de grande aplicação em equipamentos de exploração de petróleo) e equipamentos para aquisição do sinal de vibração para compreender algumas características deste durante a usinagem. Os resultados dos experimentos indicam que o sinal de vibração é um bom indicador de várias situações que acontecem durante a usinagem, dentre estas, o estado de desgaste da ferramenta. O inserto foi da Sandvik Coromant de especificação R290.90-12T320M-PM 4220 e detêm as seguintes características: Tipo de operação: médio, Profundidade de corte máxima: 10,7 mm, Ângulo da aresta de corte principal: 90°, Ângulo de folga principal: 18°, Ângulo de saída da pastilha: 19°. Foi confirmado neste trabalho que no processo de fresamento, a pastilha desgastada apresenta uma amplitude de vibração maior do que com a pastilha nova. Porém, quando foi realizado o ensaio utilizando um inserto novo e um desgastado,

não se teve um aumento de amplitude considerável quando se comparado com as ferramentas novas. Com relação à mudança da profundidade de corte também se confirmou que o aumento deste produz um aumento na amplitude da vibração.

- **Título da monografia:** Sistema integrado de monitoramento de instrumentos em rede Foundation Fieldbus para melhoria dos processos de medição e controle na indústria do petróleo (JUNIOR, 2008).
- **Autor:** Jeferson Ribeiro dos Santos Júnior.
- **Área de concentração:** Engenharia Computação e Automação.
- **Comentários:** Essa monografia consistiu em apresentar o projeto e a implementação de um módulo adicionado ao sistema supervisório da planta LAMP, o qual permitirá o armazenamento, análise e geração de relatórios das variáveis monitoradas, no qual serão utilizadas em projetos do próprio laboratório, cuja comunicação tem como base o protocolo Foundation Fieldbus. O projeto do banco de dados foi realizado no Software DBDesigner (Data Base Designer), para permitir uma visualização da estrutura a ser construída e em seguida implementado no SGBDR PostgreSQL. tabela BufferEntrada é utilizada para fazer a comunicação entre o programa supervisório e o banco de dados. O programa supervisório só enxerga essa tabela no banco, os dados vindos da planta são inseridos nessa tabela pelo programa. Os dados são distribuídos para as outras tabelas do banco através de triggers e procedures. Foi desenvolvida uma trigger no banco, que quando houvesse inserção na tabela BufferEntrada, esse dado, caso seja relevante, seja inserido na tabela Recentes. O desenvolvimento das telas teve como princípio manter o padrão de telas já existente mas adicionando algumas características que promovessem uma interatividade, fazendo uso apenas dos componentes visuais Bitmap, Button, Text, e Set Point. O Elipse SCADA, possui uma linguagem de Script – linguagem de computador interpretada; linguagens de programação executadas em um interpretador – que permitem a execução de ações conforme algum procedimento ocorra. O trabalho desenvolvido permitiu uma interação direta com três níveis da pirâmide da Automação, sendo eles: Nível de sensores e atuadores, Controle Supervisório e Gerenciamento. Já os demais níveis, Controle Regulatório, Alarme e Intertravamento, foram estudados, apesar de não terem sido utilizados diretamente no trabalho. Este trabalho permitiu a percepção de que o uso do software Supervisório Elipse SCADA, representa uma boa opção para o monitoramento das variáveis do processo, comunicação via OPC, Geração de Históricos e Alarmes, entretanto no ponto armazenamento de dados em um BDR (Banco de Dados Relacional) deixa a

desejar em velocidade, por não ter a robustez suficiente – funções mais rápidas de Inserção, Remoção, Consultas, Captura de dados armazenados, entre outras – para trabalhar em conjunto com um BDR

- 2.1.17. Confiabilidade e análise de risco de falhas em sistemas de exploração
- 2.1.18. Licitação
- 2.1.19. Geofísica: métodos sísmicos

2.2. Desenvolvimento, produção, transferência, transporte

- 2.2.1. Geologia e geofísica de reservatórios
- 2.2.2. Engenharia de reservatórios

- **Título da monografia:** Recuperação Avançada do petróleo em meio poroso através de soluções poliméricas. (COSTA, 2014)
- **Autor:** Samuel Ebenézer Dantas Costa.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este trabalho teve como proposta, comparar o percentual de óleo recuperado pela injeção de diferentes soluções poliméricas, além de fazer a caracterização de cada uma delas. Foram obtidos como resultados, que a recuperação avançada do petróleo por meio de soluções poliméricas, com base em dois tipos de polímero (poliacrilamida), sendo um não-iônico e outro aniônico é realmente um método mais eficiente que os métodos de recuperação tradicional, sendo constatado um aumento de 75,39% em relação ao volume recuperado por um dos métodos tradicionais. Foi também constatado que o polímero aniônico promoveu um maior fator de recuperação do que o não-iônico, sendo assim o mais indicado para as recuperações avançadas de petróleo.

- **Título da monografia:** Estudo do efeito da salinidade em sistemas microemulsionados aplicados à recuperação avançada de petróleo. (DE SOUZA, 2007)
- **Autor:** Auberan Varela de Souza.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O trabalho em questão estuda o efeito da salinidade em sistemas microemulsionados, através da construção de diagramas ternários e pseudoternários por titulação volumétrica, afim de se determinar uma região de micro emulsão que apresente como

características grande quantidade de fase aquosa, pouca quantidade de tensoativo e contensoativo, além de baixo percentual de fase oleosa. Concluiu-se que o tensoativo iônico (SCO) apresentou melhores resultados, sendo assim o mais indicado a ser aplicado à recuperação avançada de petróleo.

- **Título da monografia:** Comportamento reológico de dispersões aquosas de bentonita e de polímeros utilizadas como fluidos de perfuração (SILVA, 2010)
- **Autor:** Wanessa Paulino Neves Silva
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este estudo teve como objetivo principal avaliar a influência de aditivação de polímeros/bentonita (BTN) na reologia de fluidos de perfuração a base água. Dentre os inúmeros aditivos utilizados, destacam-se o carboximetilcelulose (CMC), aditivo celulósico, e a goma xantana. Na parte experimental, os fluidos de perfuração foram preparados adicionando os aditivos, um a um, sob agitação constante a uma velocidade de 13.000 rpm em agitador Hamilton Beach, modelo 936. Foram preparados um total de 7 fluídos de perfuração, com proporções de água, BTN, CMC e GX variando. Foi feito estudo reológico dos fluídos em viscosímetro, onde se obteve medidas de viscosidade, viscosidade aparente, viscosidade plástica e força gel, e em reômetro, que levantou curvas de fluxo e viscosidade dos mesmos fluidos. Como resultados, observou-se de maneira inicial que a viscosidade dos fluidos analisados é proporcional a concentração de aditivos, sendo que o CMC (Carboximetilcelulose), possui um caráter viscosificante muito maior que a GX (Goma Xantana). Também foi visualizado que a tixotropia dos fluidos a base de Argila Bentonítica e CMC são nitidamente superiores às áreas dos fluidos a base de Argila Bentonítica e GX. Avaliou-se uma diminuição significativa da concentração de Argila bentonítica com a utilização de aditivos como a Goma Xantana e o Carboximetilcelulose (CMC) principalmente. A análise dos resultados obtidos, com a aditivação de CMC nos fluidos de perfuração em questão, mostra ainda o aparecimento significativo do comportamento tixotrópico desejável em tais fluidos, evitando na medida do possível, onerosidade do sistema proposto.

Figura 4 - Reômetro MARS utilizado no estudo experimental.



Fonte: (SILVA, 2010)

- **Título da monografia:** Obtenção e estudo das propriedades de um novo fluido (gel) de fraturamento hidráulico biocompatível (NETA, 2003).
- **Autor:** Luzia Sergina de França Neta.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia teve objetivo de obter e testar novos tensoativos para a formulação de um fluido de fraturamento com baixo teor de resíduos insolúveis, utilizando matérias-primas regionais e com baixo custo. O procedimento experimental consistiu na construção dos diagramas de fase pseudoternários, obtidos mediante a utilização de tensoativos capazes de formar gel com alta viscosidade utilizando matérias-primas regionais. Obteve-se um tensoativo de cadeia curta, outro de cadeia longa e um comercial. Mediante a construção dos diagramas de fase, as regiões de gel presente nestes foram identificadas e delimitadas. Estes diagramas foram construídos a temperatura ambiente, utilizando um sistema pseudoternário compostos por uma fase aquosa, fase oleosa e uma razão cotensoativo/tensoativo (C/T). Foram realizados ensaios de reologia em um reômetro Haake RS150, nas temperaturas de 26°C, 46°C, 66°C e 86°C, a uma taxa de cisalhamento de 100s⁻¹ durante 10 minutos em cada temperatura, já o ensaio de perda de filtrado foi realizado através do ensaio de filtração estática em célula de filtração HPHT. Obteve-se resultados reológicos para os géis GTL, GTC e HPG, onde o gel de base tensoativa apresentou viscosidade superior ao gel comercial HPG, em quase toda a faixa de temperatura de interesse. Os testes realizados mostraram que o os

géis GTL e GTC apresentaram resultados distintos em todos os ensaios, apesar da mesma composição química, pertencerem a sistemas onde o tensoativo difere.

- **Título da monografia:** Avaliação de envelhecimento dinâmico nas propriedades de fluidos de perfuração base água. (MORIYAMA, 2010)
 - **Autor:** André Luis Lopes Moriyama.
 - **Área de concentração:** Engenharia de Petróleo.
 - **Comentários:** Este trabalho descreve o estudo da influência do envelhecimento dinâmico em fluidos de perfuração base água utilizados na perfuração de poços de petróleo cuja as formações e características permitam a elegibilidade de tal substância. Para este fim foram preparadas três amostras que diferiam entre si apenas devido ao viscosificante utilizado, e determinou-se qual entre eles era mais termicamente estável, tendo sido feita uma análise em relação à sua reologia e sedimentação. As amostras foram submetidas a um cisalhamento constante durante 16h à 71°C, para velocidades de rotação de 150 e 250 RPM. A verificação do efeito do envelhecimento foi feita comparando-se as propriedades reológicas e a estabilidade do fluido envelhecido com aquelas do novo. Para tal foram utilizados um viscosímetro da Fann, que fornece dados do ângulo de torção para determinadas rotações, uma estufa rotatória com ajuste de velocidade de rotação e temperatura, e um analisador de dispersão da Lumisizer, que permite a visualização da altura do menisco que separa a fase turva da fase límpida para uma mistura heterogênea. Entre as três amostras preparadas, a que apresentou melhores resultados foi aquela preparada com goma xantana. Verificou-se também que o fluido contendo CMC como principal viscosificante mostrou um aumento em seu grau de sedimentação proporcional ao cisalhamento aplicado durante o envelhecimento, concluindo que os fluidos a base de água que utilizam CMC e Bentonita são altamente suscetíveis à degradação térmica e o aumento do cisalhamento contribui significativamente para essa degradação.
-
- **Título da monografia:** Otimização do fluxo de óleos parafínicos (SOARES, 2009).
 - **Autor:** Ranieri Gabriel Ferreira Soares.
 - **Área de concentração:** Engenharia Química.
 - **Comentários:** Essa monografia teve por objetivo otimizar o fluxo de óleos parafínicos para diminuir a obstrução nas tubulações. O ângulo de contato

e a solubilidade influenciam diretamente na deposição de parafina nas linhas. Foi utilizada parafina bruta denominada RLAM 140/145-1 e como solventes: aguarrás, N-parafina, nafta-petroquímica, hexano, LCO (light cycle oil) e o diesel. Cotensoativos: N-butanol - PA Vetec; Álcool isoamílico - PA Vetec e tensoativos Óleo de Coco Saponificado (OCS) - Cocos nucifera; e Sabão Base (SB) – sebo bovino. Para medição do ângulo de contato a superfície sólida foi preparada fundindo-se a parafina e então a pondo entre duas placas de vidro. Assim que a gota é colocada sobre a superfície, o cronômetro é zerado e o ângulo de contato é medido, com o passar do tempo o ângulo é medido novamente e o tempo é anotado de modo a se obter uma tabela com as medidas de ângulo e seu tempo correspondente. Para a medição da difusão utilizou-se um tensiômetro. Como resultados obteve que para a redução da quantidade de solvente e a melhor solubilização da parafina por encapsulamento, é indicado o uso de micelas diretas, água em óleo e, mesmo com uma quantidade reduzida de solvente, as microemulsões obtiveram bons resultados de difusão, principalmente as de hexano e diesel. Ainda, a microemulsão que obteve o melhor resultado quanto à molhabilidade foi a de nafta.

- **Título da monografia:** Análises comparativas dos valores de sedimentos básicos e água em amostras de petróleo (DIAS, 2007).
- **Autor:** Rodrigo Braga Dias.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** Este trabalho visou determinar o valor de BS&W (sedimentos básicos e água) de amostras de petróleo obtidas no laboratório de mecânica dos fluídos da UFRN. Essa medida foi obtida através de centrifugação. Antes da centrifugação, 50 ml do óleo devem ser postos em um tubo cônico para centrifugação (de 100 ml) e junto a ele deve ser feita à adição de 50 ml de um solvente. O solvente utilizado no processo, devido suas características, é o tolueno. Já feita à adição das duas substâncias, tampa-se o tubo e o agita até formar uma mistura homogênea, que, em seguida, é levada para um banho termostático onde ficará por um período de 30 minutos a uma temperatura de 60 ± 1 °C. O tubo com a amostra (petróleo mais solvente) é centrifugado por 10 minutos. Ao final, obteve-se um fator de BS&W de 1%, a densidade do óleo obtida foi de 0,93125 para a primeira amostra, 0,92792 para a segunda amostra e 0,90614 para a terceira amostra, sendo um API grau 23. A viscosidade do óleo a 23 °C foi de 5700 cP e a 50 °C foi 4300 cP.

- **Título da monografia:** Confiabilidade metrológica na medição da grandeza temperatura para determinação de sedimentos básicos e água do petróleo (PESSOA, 2007).
 - **Autor:** Paulo Alison Sousa Pessoa.
 - **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
 - **Comentários:** Esse estudo tem por objetivo a fabricação e calibração de instrumentos de medição de temperatura, além da análise do cálculo de incerteza de medição, para garantir a confiabilidade metrológica na medição da grandeza temperatura na determinação de BSW do petróleo. No procedimento experimental selecionou-se termopares e se desenvolveu um modelo matemático que representa a calibração dos termopares e conseqüentemente uma planilha de cálculo de incerteza, desta forma obtendo o valor de incerteza de medição dos valores medidos de acordo com um fator de abrangência. Construiu-se um termopar com gás argônio na junção, a fim de ser obter um erro menor. Para medição do BSW utilizou-se de uma pipeta para colocar 1ml de desemulsificante e, posteriormente, adicionou-se 49ml de solvente, no qual foi aplicado aguarraz por ser menos agressivo do que o tolueno, em cada um dos quatro tubos ficando estes com 50ml de solução, sendo necessária a verificação no menisco do tubo. Na medição do BSW do petróleo percebeu-se a necessidade do controle da temperatura, devido à necessidade de reproduzir as condições de temperatura a qual o óleo está submetido no reservatório e assim obter resultados que possam apresentar o valor real do volume de óleo produzido em determinado reservatório. Obteve-se também o modelo matemático para incerteza a partir do termopar fabricado no próprio laboratório.
-
- **Título da monografia:** Estudo do refino de malha em um modelo computacional de bomba de cavidades progressivas (SOUZA, 2011).
 - **Autor:** Luiz Guilherme Viera Meira de Souza.
 - **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
 - **Comentários:** Este teve o objetivo de estudar o refino de uma malha computacional gerada em subrotinas escritas em linguagem Fortran 90 em um modelo para cálculo de parâmetros operacionais de uma bomba de cavidades progressivas (BCP) e os parâmetros de qualidade da mesma. A malha anterior utilizada foi estudada e foi feito um controle de qualidade para melhorá-la, reduzindo a razão de aspecto máxima, visando uma melhor qualidade dos dados retornados pelo modelo. Dos três parâmetros, o número de linhas em Z é o mais significativo, pois na direção radial é onde ocorrem os gradientes mais críticos, localizados próximos às paredes tanto

na entrada e saída da bomba, quanto ao longo do corpo da mesma, daí montou-se uma matriz de refino. Nos resultados, visualizou-se que as malhas apresentaram boa qualidade geométrica, além de não precisar controlar o ângulo de ortogonalidade e, comprovou-se o número de courant.

- **Título da monografia:** Desenvolvimento de sistemas à base de tensoativos para uso na recuperação avançada de petróleo (ALVES, 2010).
- **Autor:** Juan Vinícius Azevedo Alves.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Esta monografia teve como objetivo estudar os efeitos de determinados parâmetros que influenciam na solução de tensoativo e desenvolver um sistema à base de tensoativo que maximize a recuperação do petróleo. Foram utilizados tensoativos derivados da indústria de petróleo e vegetais, capazes de diminuir as interações interfaciais entre os fluidos, para assim proporcionar um melhoramento do escoamento do óleo no reservatório, aumentando a produção de petróleo. Foi utilizado os tensoativos aniônicos seguintes: Óleo de Soja Saponificado (OSS) - Glycine max L; Óleo de Coco Saponificado (OCS) - Cocos nucifera; Óleo de Mamona Saponificado (OMS) - Ricinus communis L; Óleo de Girassol Saponificado (OGS) - Helianthus annus e Sabão Base (SB) - sal sódico de ácido graxo. Efetuou-se a reação de saponificação. Para preparação do óleo vegetal saponificado, pesam-se 17,84 g de NaOH (quantidade determinada pelo índice de saponificação) com excesso de 20 % para garantir a saponificação total do óleo e dissolve-se em 80 mL de água destilada. Depois, em um balão de fundo redondo de 1000 mL, coloca-se 100 g do óleo vegetal, 300 mL de álcool etílico e a solução de NaOH. Este balão é acoplado a um condensador de refluxo e aquecido em uma manta por 2 horas, até que a reação se complete. A concentração micelar crítica (CMC) dos tensoativos foi determinada através de mudanças bruscas no comportamento de algumas de suas propriedades físicas em solução, tais como, espalhamento de luz, viscosidade, condutividade elétrica, tensão superficial, pressão osmótica e capacidade de solubilização de solutos. A avaliação da tensão interfacial entre as fases óleo/água mostrou uma significativa diminuição da tensão interfacial, uma vez que o valor da tensão entre a fase oleosa, petróleo/querosene (3:2), e aquosa (água), é 23,5 mN/m e a tensão com a solução de tensoativo e petróleo/querosene é na faixa de 0-1 mN/m. Houve um aumento significativo na quantidade de petróleo recuperado com a injeção do Tensoativo A de apenas 15% do volume poroso do reservatório.

- **Título da monografia:** Avaliação de Fontes de Incerteza na Calibração de Instrumentos de Medir Pressão Atmosférica (FERNANDES, 2010).
- **Autor:** Josiane Maria de Macedo Fernandes.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** Essa monografia consistiu em um estudo das fontes de incerteza e avaliação de suas influências na calibração de instrumentos medidores de baixa pressão em uma câmara barométrica, bem como, elaboração dos procedimentos e planilha de calibração de barômetros. A incerteza de medição é a faixa de valores que exprime a parcela de dúvida presente no resultado de uma medição. Foi utilizada uma câmara barométrica, onde se aferiu a calibração do barômetro. Durante a calibração, o ambiente de calibração deve ser monitorado e controlado e o sistema deve ter características como temperatura, aceleração da gravidade e propriedades do material que compõe o sensor conhecidas. A medição desses parâmetros impõe incertezas que devem ser conhecidas e ter um valor que influencie o mínimo possível no resultado da calibração de um instrumento. A determinação do modelo matemático de modo que descreva aproximadamente o processo de calibração, incluindo incertezas que influenciam no resultado de forma significativa e descartando as que são desprezíveis, proporciona resultados confiáveis e mais simples de avaliar

- **Título da monografia:** Avaliação das tensões interfaciais entre soluções de tensoativos não-iônicos e hidrocarbonetos para uso no escoamento core-flow (MEDEIROS, 2011).
- **Autor:** Israel Saldanha de Medeiros.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia realizou a caracterização de quatro tensoativos, sendo dois de cadeia linear e etoxilada e dois de cadeia aromática e etoxilada. Ao mesmo tempo, os dois primeiros possuíam os mesmos graus de etoxilação, respectivamente, que os demais. Os experimentos foram realizados com soluções em água destilada, totalizando 19 soluções ao se incluir a própria água destilada como solução de concentração zero. Obteve-se a c.m.c. do quarto tensoativo, através de ensaios de tensão superficial, no tensiômetro K 100, da Krüss, por meio do método do anel, visto que a dos outros foi obtido na literatura. Já os ensaios de tensão interfacial foram todos realizados no tensiômetro DAS 100, Krüss, o qual se utiliza de um sistema de captação de imagens para gerar o valor da tensão. Desta forma foi obtida uma curva para cada óleo, de cada tensoativo. Os resultados mostraram quedas de tensão características,

chegando a valores muito baixos, inferiores a 3 mN/m, para o tensoativo nonilfenol com 8 graus de etoxilação, e não mostraram grande influência da cadeia carbônica do óleo sobre o valor final da tensão. Com relação à etoxilação, percebeu-se uma diferença na tensão interfacial final, tanto para os tensoativos de cadeia linear como para os de anel aromático. Os resultados são então compatíveis com a literatura e ratificam a importância na realização deste tipo de trabalho.

2.2.3. Engenharia de perfuração

- **Título da monografia:** Análise e modelagem reológica da interação de sistemas poliméricos. (ROSALES, 2014)
- **Autora:** Bárbara Borges Rosales.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O estudo realizado no referido trabalho comprovou que o aumento da concentração de polímero (poliacrilamida) no meio aumenta a viscosidade, porém quando há um aumento da taxa da força de cisalhamento essa viscosidade começa a decair. Foi comprovado que a família de polímeros estudada teve a capacidade de alterar significativamente as propriedades reológicas das soluções às quais foram adicionadas, sendo de grande interesse à indústria do petróleo para a formulação de fluídos de perfuração que se fazem necessárias alterações de suas propriedades reológicas. Foi concluído que o modelo que melhor representa o comportamento reológico para as soluções preparadas com poliacrilamida aniônicas da família SH é o modelo de Bingham.

- **Título da monografia:** Obtenção de microemulsão utilizando nonilfenoletoxilado, empregada na preparação de um fluído de perfuração base óleo: avaliação das propriedades reológicas. (CUNHA FILHO, 2013)
- **Autor:** Fernando José Vieira da Cunha Filho.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O estudo de diferentes tipos de microemulsões para a preparação de um fluído de perfuração, analisou alguns tipos de microemulsões e suas características reológicas e tixotrópicas, como também a mistura que apresentou melhores resultados para as propriedades relevantes para os fluídos de perfuração. Foi analisado também o comportamento de cada mistura na presença de NaCl (sal),

permitindo assim elaborar um fluido base óleo com características mais próximas a realidade em campo.

- **Título da monografia:** Obtenção e estudo das propriedades de novas formulações de fluidos de corte e microemulsionados. (SOARES, 2010)
- **Autora:** Ana Paula Justino Soares.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O enfoque do estudo realizado foi a obtenção de novas formulações de fluidos de corte, utilizando como fase oleosa o óleo naftênico, visando um melhor aproveitamento desse óleo produzido na região Nordeste, bem como a diminuição dos aditivos utilizados na formulação. Foram analisadas as melhores regiões de microemulsão através da variação na razão cotensoativo/tensoativo. Em seguida foi realizado análises de propriedades físico-químicas como: densidade, estabilidade acelerada, índice de acidez, grau de corrosão, viscosidade e tamanho de partícula. Chegou-se à conclusão que o anticorrosivo utilizado como cotensoativo mostrou-se eficiente como inibidor de corrosão, algumas microemulsões apresentaram baixos índices de acidez, houve pouca variação com relação a densidade e permaneceram estáveis diante a análise de estabilidade acelerada, estando dentro dos padrões exigidos para fluidos de cortes comerciais.

- **Título da monografia:** Avaliação da estabilidade de fluidos de perfuração base água. (KIRSCHNER, 2008)
- **Autor:** Bruno Dantas Kirschner.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O presente trabalho estudou a influência de adensantes como: baritina e calcita, em diferentes concentrações, nas propriedades de densidade e velocidade de queda das partículas (sedimentação) de fluidos de perfuração base água. Foi observado que tanto a baritina como a calcita são inerte ai meio, pois a quantidade de massa e densidade aumentam com o aumento da concentração do mesmo. Foi também determinado que o modelo de Quase-Newton foi o que obteve melhores resultados dos parâmetros da equação.

- **Título da monografia:** Efeito de viscosificantes na filtração de fluidos de perfuração à base água. (MEDEIROS, 2010)
- **Autor:** Bruno Eduardo Alcântara de Medeiros.

- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O estudo realizado verificou a influência dos principais componentes dos fluídos de perfuração, os aditivos viscosificantes, na filtração desses fluídos. Análises reológicas dos filtrados atestaram um comportamento newtoniano dos mesmos, apresentando uma similaridade com a água pura, que se mostra satisfatória para os objetivos do trabalho, uma vez que este tipo de filtrado quando inserido na formação não acarreta os piores danos à mesma.

- **Título da monografia:** Desenvolvimento de fluidos de perfuração à base de óleos vegetais. (DA SILVA, 2003)
- **Autor:** Carolina Teixeira da Silva.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O trabalho concentrou-se em estudar um fluído de perfuração a base éster, obtido a partir de matérias-primas regionais, variando sua composição a fim de analisar os parâmetros que influenciavam nas suas propriedades reológicas. Foram produzidos os fluídos e estudado propriedades reológicas como: gel inicial, viscosidade plástica, limite de escoamento e viscosidade aparente. A partir das medidas reológica, verificou-se a existência de dois sistemas, fluído e floculado. Observou-se que os resultados foram influenciados diretamente pela razão óleo/água, a concentração do emulsificante, a concentração da argila organofílica e da contração de sal em cada fluído. Os resultados mostram que há uma necessidade de um monitoramento constante desses fluídos, pois podem acarretar vários problemas durante a perfuração.

- **Título da monografia:** Extração de cloretos em cascalho de petróleo utilizando microemulsões (VALENÇA, 2014).
- **Autor:** Pedro Henrique Amorim Valença.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de microemulsão capaz de remover cloretos do cascalho visando a sua utilização na indústria de construção civil, que o utiliza principalmente como aditivo à fabricação de concreto. Para tal, foram utilizados testes de extração sólido-líquido com água deionizada e com a microemulsão. O cascalho utilizado na pesquisa foi retirado de um campo de produção de Mossoró durante uma operação de perfuração, nesse trabalho, foi estudado o uso de um tensoativo catiônico, o brometo de cetil

trimetilamônio (CTAB-16). Além disso, foi elaborado diagramas pseudoternários, o cascalho foi peneirado e determinou-se o teor de cloreto no mesmo. O resultado obtido para a água foi de 18,855 g de cloretos/kg de cascalho com extração em três estágios. Observou-se que o sistema de microemulsão remove cerca de 31% a mais de cloretos que a água deionizada com uma extração de um estágio e cerca de 73% a mais com uma extração de três estágios. De acordo com esses resultados pós extração, o trabalho concluiu que o cascalho tratado poderá ser testado quanto a sua aplicabilidade como agregado da indústria civil.

2.2.4. Engenharia de completação, restauração e estimulação

- **Título da monografia:** Injeção de vapor com aditivos para recuperação de óleos viscosos.
- **Autor:** Daliane Oliveira de Araújo.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O presente trabalho visou estudar a preparação, caracterização e a utilização de tensoativos sintetizados a partir de óleos residuais, provenientes da Refinaria Duque de Caxias (REDUC), aplicados ao método térmico de injeção de vapor para a recuperação de óleos pesados, a fim de aumentar a eficiência do processo de deslocamento de petróleo. Para obtenção dos tensoativos utilizou-se o método de sulfonação direta, por ser um método economicamente viável e de fácil desenvolvimento em laboratório. Os tensoativos foram sintetizados utilizando óleo como matéria prima de SO₃ e, como óleos residuais, DPNL-30 e DPBS-30, a 45°C, sendo extraídos com uma solução de álcool isopropílico seguido da adição de carbonato de sódio. Após a etapa de síntese, eles foram caracterizados por métodos físico-químicos de análise, e ainda índices oleoquímicos, dentre eles o índice de SO₃. A incorporação do SO₃ aos tensoativos melhorou a eficiência do processo, deixando 50% em peso de óleo menos viscoso.

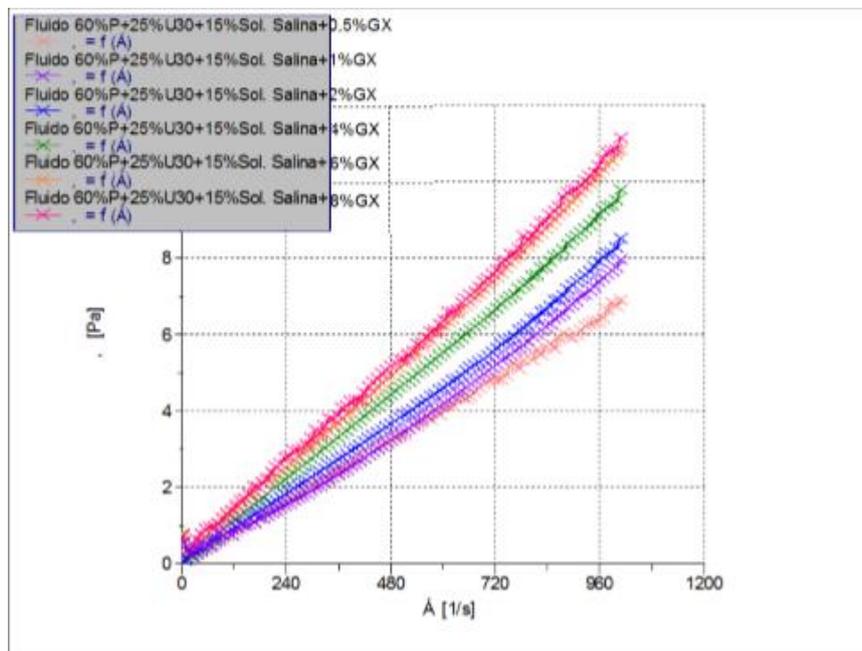
- **Título da monografia:** Estudo do tensoativo C16TAB e a viabilidade de sua aplicação na recuperação avançada de petróleo (FIRMINO, 2014).
- **Autor:** Priscilla Cibelle Oliveira de Souza Firmino.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este estudo objetivou avaliar as propriedades do tensoativo C16TAB (Brometo de Cetil Trimetil Amônio – 16) na recuperação avançada

de petróleo com uso de outros aditivos para fins de comparação e validação do método e substância utilizados. Para tanto, foram avaliadas propriedades como a concentração micelar crítica (c.m.c.), estudo da densidade, ponto de Krafft, molhabilidade e adsorção. Em todos os estudos o tensoativo foi avaliado a diferentes concentrações do tensoativo em soluções salinas de KCl 2%, NaCl (0,1; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 M) e em ADT (água destilada). Na avaliação do ponto de Krafft, a maior temperatura constatada foi de 17º C para o tensoativo em água. Este resultado satisfaz as expectativas, pois garante que o C16TAB estará totalmente solúvel a temperatura de reservatório que é expressivamente superior à temperatura máxima encontrada para a solubilização deste nas soluções. Ainda no estudo das propriedades do tensoativo, constatou-se que a massa específica do C16TAB em solução salina aumenta com o aumento da concentração do tensoativo, porém esse aumento é relativamente pequeno, apresentando valores próximos ao da massa específica da água, por serem soluções muito diluídas.

- **Título da monografia:** Obtenção de microemulsão, utilizando álcool laurílico exotilado, empregada na composição de um fluido de perfuração base óleo: avaliação das propriedades reológicas (RATKIEVICIUS, 2013).
- **Autor:** Luciana Avelino Ratkievicius.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia desenvolveu sistemas microemulsionados, os quais são ainda mais estáveis que as emulsões, para serem utilizados como fluidos de perfuração, estudando também suas propriedades reológicas. A realização da parte experimental foi dividida em três etapas: obtenção dos diagramas de fases para determinar as regiões de microemulsão, preparação dos fluidos de perfuração com a composição escolhida a partir do diagrama de fases e análises reológicas do fluido preparado. Os tensoativos utilizados foram Unitol 20, não iônico, álcool laurílicoetoxilado, com dois graus de etoxilação. Para a obtenção dos sistemas em estudo foram utilizados três constituintes na construção de diagramas ternários: tensoativo não-iônico, fase aquosa (água ou solução salina) e fase orgânica ou oleosa (n-parafina). Por fim, realizou-se ensaios para determinação dos parâmetros reológicos e gelificantes do fluido obtido, tais como viscosidade plástica, limite de escoamento e tixotropia. Dentre os diagramas de fase obtidos com água destilada, foi possível perceber que a utilização do Unitol 20 e Uitol 30 proporcionou maiores regiões de microemulsão, além do que a região de microemulsão apresentada com a utilização do Unitol 80 foi com elevada concentração de

tensoativo, o que encarece o sistema. Quanto aos diagramas obtidos com solução salina, foi possível a obtenção de região de microemulsão com a concentração de NaCl de 35000 ppm, possibilitando com isso o desenvolvimento de um fluido base óleo dentro das condições mais adequadas ao campo. Os ensaios reológicos mostraram que os fluidos preparados com Goma Xantana se comportaram, em quase todas as concentrações estudadas, como fluidos dilatantes, enquanto os fluidos preparados com Atapulgita apresentaram comportamento pseudoplástico. As propriedades reológicas do fluido preparado utilizando-se o tensoativo Unitol 30 não se mostraram satisfatórias mesmo com a utilização dos viscosificantes Goma Xantana e Atapulgita.

Figura 5 - Curvas de fluxo em função da taxa de cisalhamento e da concentração de GX nos fluidos.



Fonte: (RATKIEVICIUS, 2013).

- **Título da monografia:** Estudo de Sistemas: Petróleo/Água/Tensoativo para aplicação na recuperação avançada do Petróleo (SOUSA, 2003).
- **Autor:** Karla Silvana Menezes Gadelha de Sousa.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia consistiu na montagem de um sistema de escoamento e seleção de um sistema microemulsionado que auxiliará a modelagem do escoamento do petróleo na rocha e sua possível recuperação. Foi utilizada a técnicas de saponificação, que consiste no seguinte procedimento: Pesa-se a quantidade de óleo vegetal que se deseja

saponificar e uma quantidade de hidróxido de sódio calculada a partir do índice de saponificação do óleo. O sabão obtido foi seco à temperatura de 40 °C durante 48 horas, em seguida foi triturado e seco por mais 24 horas. O sabão foi pulverizado em um almofariz e peneirado (#80 mesh). Os testes qualitativos de miscibilidade foram feitos através de titulação volumétrica do tensoativo na fase apolar. O ponto de viragem (delimitação da região de miscibilidade) foi determinado pelo aspecto translúcido e homogêneo que sucede ao aspecto turvo, sob agitação, ou vice versa. O método para construção dos diagramas de microemulsão baseia-se na titulação volumétrica com pesagem analítica das proporções volumétricas, a fim de se obter as proporções mássicas respectivas. Os dados de tensão superficial dos tensoativos são obtidos em um Tensiômetro Krüss, com o intuito de determinar o abaixamento da tensão superficial através da adição de tensoativos. Os diagramas de fases pseudoternários para o sistema OCS, querosene/petróleo/água destilada, apresentaram regiões de microemulsões bastante satisfatórias. As regiões de microemulsão foram obtidas variando a concentração da fase orgânica nos percentuais 1%, 3%, 5%, 7,5%, 10%, 20% e 50% onde não foi observada diminuição significativa na região (W-IV). O que nos leva a concluir que a presença do petróleo no querosene não afeta a região de microemulsão do sistema OCS/querosene/água, e o OCS propicia a formação de microemulsões com petróleo. Os testes de escoamento, realizados com água, para determinar a permeabilidade do testemunho de rocha mostraram que é preciso ter um maior controle na vazão do sistema, pois para pressões diferentes (20, 30 e 40 kgf/cm²) foram obtidos diferentes resultados.

2.2.5. Engenharia de produção de petróleo e gás natural

- **Título da monografia:** Avaliação macro e microgeométrica de dispositivos utilizados na indústria do petróleo e gás. (SILVA, 2007)
- **Autor:** Cláudio Ferreira da Costa e Silva.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** O presente trabalho visou apresentar um conhecimento teórico sobre medidores de vazão, que são amplamente utilizados na indústria do petróleo principalmente na produção, processamento e distribuição de produtos, e necessitam medições confiáveis. Deu-se ênfase na medição de vazão utilizando placas de orifício, devido à sua simplicidade e baixo custo, destacando as características do sistema de medição, materiais utilizados na fabricação e parâmetros de dimensionamento das

mesmas. Foram especificados os parâmetros de fabricação e o estabelecimento de tolerâncias macrogeométricas, relativa a planeza e circularidade, bem como as especificações relativas à textura da superfície do componente fabricado (microgeometria). Foram utilizadas placas de orifícios que estavam sendo utilizada na indústria e analisado os desvios de forma e superfície. As análises foram feitas com controle rigoroso e equipamentos adequados, garantindo baixa dispersão e uma ótima confiabilidade dos resultados, tanto nas medições dimensionais quanto nas medições de rugosidade.

- **Título da monografia:** Fluidos de perfuração, completção e estações de fluidos. (RIBEIRO, 2013)
- **Autora:** Laís Sibaldo Ribeiro.
- **Área de concentração:** Engenharia de Processos em Plantas de Petróleo e Gás.
- **Comentário:** O estudo realizado teve como foco otimizar o processo de fabricação dos fluídos de perfuração e completção, dimensionar bombas usadas na estação de fluídos de Taquipe/BA, e por fim, apresentar a elaboração de um projeto conceitual da estação de fluídos de perfuração e completção de Taquipe/BA, pois havia a necessidade de passar por melhorias, condicionamento de alguns equipamentos e estruturas, otimizando assim o processo. Foram realizado os dimensionamentos das bombas e linhas de sucção e descarga, assim como os cálculos de das tubulações a serem utilizadas.

Tabela 1 - Resultado do dimensionamento das bombas.

CONDIÇÕES OPERACIONAIS DAS BOMBAS B-3158.11002 A/B				
CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO	1	2	3	-
Fluido	Fluido de perfuração	Fluido de perfuração	Água	
Temperatura de operação	40,0			°C
Densidade	2160	2160	992,1	-
Viscosidade	80,0	80,0	0,65	cP
Massa específica	2,16	2,16	0,992	kg/m ³
Pressão de vapor	0,0014	0,0014	0,0074	kgf/cm ² _a
Vazão	150,0			m ³ /h
Pressão na sucção	0,1	-0,4	-0,4	kgf/cm ² _g
Pressão na descarga	3,0	4,1	4,4	kgf/cm ² _g
NPSH disponível	4,4	2,1	1,9	mcl
Altura manométrica	13,3	20,8	22,2	mcl
Potência (Eficiência = 70%)	22,4	35,2	37,4	BHP

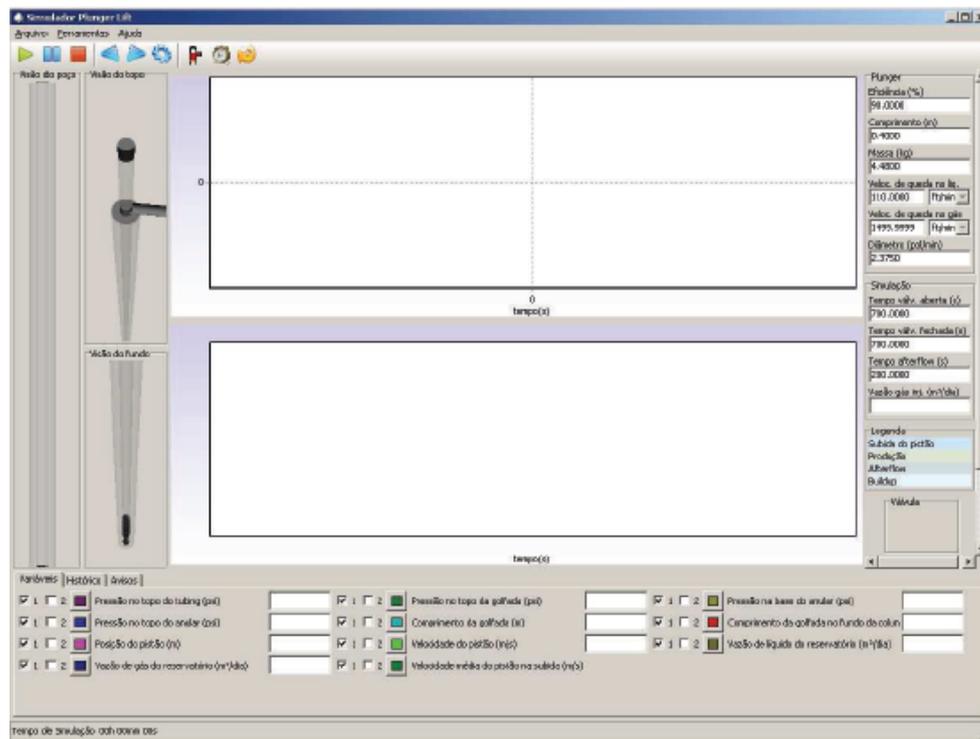
Fonte: (RIBEIRO, 2013)

- **Título da monografia:** Desenvolvimento de interface gráfica para um simulador computacional do sistema de elevação por bombeio centrífugo submerso (BARBOSA, 2009).
- **Autor:** Tiago de Souza Barbosa
- **Área de concentração:** Engenharia de Computação e Automação.
- **Comentários:** A monografia teve como objetivo desenvolver uma ferramenta computacional para simulação do conjunto de bombeio centrífugo submerso (BCS) que fosse capaz de representar o comportamento dinâmico deste método buscando proporcionar um maior domínio de conhecimento acerca do mesmo, além de obter uma interface gráfica amigável, permitindo visualizar o sistema da melhor maneira possível. A parte experimental tratou de modelar matematicamente o sistema BCS e seus componentes, além de desenvolver a interface gráfica, utilizando-se o model-view-controller, com uma arquitetura de três camadas. O model representa o domínio, o view renderiza e controller processa e responde a eventos. O software foi desenvolvido sobre a plataforma Builder C++, com utilização de animações tridimensionais para apresentar o comportamento dinâmicos das principais partes de um

sistema de bombeio. As animações do simulador serão criadas através da biblioteca gráfica OpenGL. Como resultado, obteve-se o simulador de bombeio, que tem a capacidade de representar a dinâmica de um sistema e a possibilidade de mudanças nos parâmetros em tempo de simulação podendo, assim, garantir a realização de diversos testes, que lembram ao usuário situações vivenciadas em campo. A GLScene mostrou-se uma boa ferramenta para construção de animações 3D.

- **Título da monografia:** Desenvolvimento de um simulador computacional para poços de petróleo com método de elevação artificial por *Plunger Lift*. (CASTRO, 2009)
- **Autor:** Cristiano Gurgel de Castro.
- **Área de concentração:** Engenharia de Computação.
- **Comentários:** O trabalho desenvolvido descreve a implementação de um modelo desenvolvido para o método de elevação artificial de petróleo e gás, *Plunger Lift*, com a finalidade de prover um simulador computacional, visto que há uma necessidade de otimização dos algoritmos de controles desenvolvidos por serem ainda incipientes, prevenindo assim falhas relacionadas a operadores humanos e melhorando os aspectos relacionados a economia do processo. Foi desenvolvido um software com uma interface contendo componentes como: gráficos que são atualizados periodicamente, resultados obtidos com a simulação, um modelo 3D animado do poço, caixa de texto e um painel onde pode-se escolher as variáveis a serem exibidas no gráfico para realizar simulações, porém o modelo implementado necessitará de melhorias devido inconsistências relacionadas ao comportamento do poço simulado em comparação à poços reais.

Figura 6 - Tela inicial do software de simulação.



(CASTRO, 2009)

Tabela 2 - Histórico da simulação.

Variáveis	Histórico	Avisos						
Número do ciclo		1	2	3	4	5	6	7
Velocidade média do pistão na subida (m/s)		2.38	3.22	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
Tempo de chegada da golfada (s)		625.49	461.03	462.83	462.93	462.93	462.93	462.93
Tempo de chegada do pistão (s)		629.04	465.14	466.99	467.11	467.11	467.11	467.11
Velocidade de impacto (m/s)		19.82	20.89	19.73	21.29	21.28	21.28	21.28
Produção (L)		65.27	73.75	74.63	74.73	74.73	74.73	74.73
Duração do ciclo (s)		1528.92	1365.99	1368.40	1367.44	1367.44	1366.59	

(CASTRO, 2009)

- **Título da monografia:** Otimização dos processos de Calibração na grandeza temperatura. (MORAIS, 2009)
- **Autor:** Dabney Sérgio Guedes de Moraes.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** Este trabalho visou melhorar o procedimento de calibrações de medidores de temperatura, tais como: termopar, termoresistência e termômetro de vidro, com o auxílio de um banho térmico tipo bloco seco,

garantindo o procedimento maior confiabilidade. Foram realizados experimentos, utilizando inicialmente uma termoresistência e um banho térmico, juntamente com um jogo de bloco de provas (insertos). O procedimento de calibração para a realização dos experimentos consistiu em tomar quatro temperaturas (30°C a 60°C) e variando a altura da termoresistência (10mm a 50mm), que proporcionou a simulação de diversos casos que podem ocorrer em uma calibração de sensores de temperatura. Posteriormente aos experimentos, foram feitos os cálculos de desvio padrão e incerteza da medição, podendo assim avaliar a melhor maneira de se calibrar os sensores. No caso onde o sensor de temperatura não foi totalmente envolvido pelo inserto observou-se um aumento no erro de medição e do desvio padrão, sendo este sanado com a utilização de inserto tipo caneca preenchido com fluído, tornando o banho térmico tipo bloco seco versátil. A modificação realizada utilizando um inserto com furo cego e posteriormente enchendo-o com líquido (água, silicone e óleo), causou uma redução significativa do desvio padrão. Dessa maneira as alterações de baixo custo e baixo consumo de fluído de enchimento, deixou mais versátil o banho térmico de bloco seco em um banho líquido, pois não limita o uso de sensores com dimensões padronizadas.

- **Título da monografia:** Estudo preliminar da influência da temperatura na solubilização de parafina em microemulsão (SÁ, 2013).
- **Autor:** Marília Caroline Cavalcante de Sá.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este trabalho buscou estudar a influência da temperatura na solubilização de parafina na microemulsão: Unitol L-90 (tensoativo), Butanol (co-tensoativo), Água e Querosene (óleo), e no sistema de querosene puro, comparando seus resultados, a fim de propor uma nova fonte alternativa de inibição de deposição de parafina através da sua solubilização. Na microemulsão utilizada teve como tensoativo o Unitol®L-90, que apresenta propriedades variáveis e podem ser utilizados como agentes emulsionantes, detergentes, melhoradores de solubilização, e intermediários na síntese de outros agentes tensoativos, dependendo do seu equilíbrio hidrofílico-lipofílico. O querosene utilizado nesse experimento é uma mistura de hidrocarbonetos parafínicos, olefínicos, e aromáticos, um líquido incolor com odor característico. Sua composição é de no mínimo 70% de hidrocarbonetos parafínicos, no máximo 20% de aromáticos e no máximo 5% de olefínicos. Ainda utilizou-se butanol e parafina RLAM 140/145. Escolheu-se 6 pontos no sistema de diagrama de fases pseudoternário. Em seguida adicionou-se 0,01 g de parafina em cada

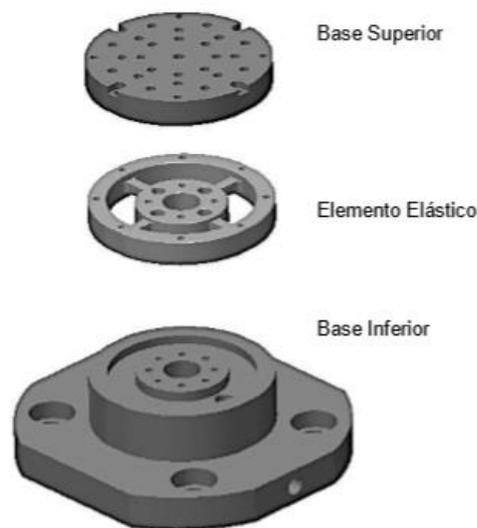
sistema, levando-o para agitação, em um tempo limite de 1h, antes do qual, se for observada completa solubilização já pode adicionar outra quantidade de 0,01 g de parafina, e isso se repete até que se atinja saturação. O próximo passo, já escolhida a microemulsão a ser utilizada, foi analisar a solubilidade da parafina no querosene puro e nessa microemulsão, nas temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C. Como resultado obteve-se que: embora o querosene tenha solubilizado mais parafina do que a microemulsão na temperatura ambiente, esta última se apresentou como sendo mais eficiente como solubilizante. Também nas temperaturas de 20, 15, 10 e 5°C a microemulsão apresentou maiores vantagens quanto ao seu uso como solubilizante de parafina do que o querosene, pois, apesar de ter tido uma taxa de queda na sua solubilidade maior do que a do óleo puro, ainda apresentou maior capacidade de solubilização.

- **Título da monografia:** Monitoramento de lubrificantes através de reações de oxidação (MAIA, 2009).
- **Autor:** Júlio César da Costa Maia.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este estudo objetivou monitorar agente primário da degradação dos lubrificantes, a oxidação. Após a oxidação do lubrificante surgem alguns grupos funcionais oxigenados sendo eles aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, hidroperóxidos e álcoois. Foi realizada a degradação do lubrificante do estudo sob aquecimento, com temperatura em média de 170°C, na presença de cobre como catalisador (massa = 1g). A degradação foi feita em contato direto com o ar em intervalos de 5 horas por dia. Obteve-se quatro amostras 50, 100, 150, 200 horas de degradação. Cada amostra selecionada foram realizadas algumas análises, com a finalidade de se observar o comportamento de algumas propriedades em torno de sua degradação. As propriedades estudadas foram: densidade, viscosidade, índice de refração e índice de acidez. O comportamento reológico do lubrificante em estudo foi determinado num viscosímetro do tipo MARS operando em temperatura ambiente e pressão atmosférica. A metodologia empregada para o envelhecimento do óleo se mostrou eficaz para nossos objetivos, pois, analisando algumas de suas propriedades, pode-se comprovar na prática os fatos decorrentes de sua degradação, como acréscimo na densidade, viscosidade e índice de refração e um decréscimo no índice de acidez. Observa-se que a viscosidade do óleo puro (não degradado) é inferior as demais amostras do óleo degradadas.

2.2.6. Transferência e transporte

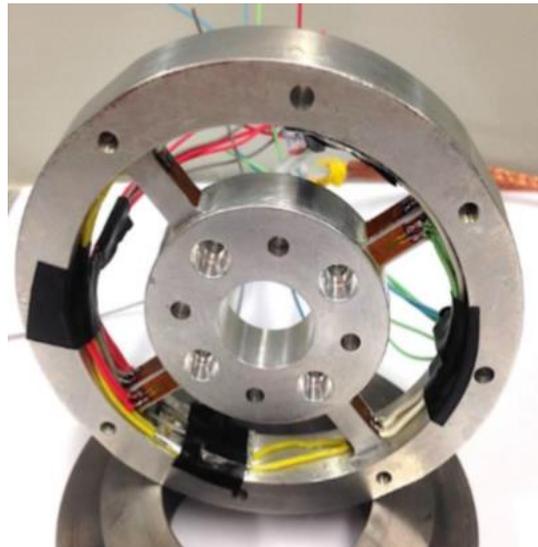
- **Título da monografia:** Construção de dinamômetro para avaliação de carregamentos na manufatura de componentes para a indústria do petróleo. (RIBEIRO, 2014)
- **Autora:** Kandice Suane Barros Ribeiro.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** O trabalho proposto consistiu de uma construção de um dinamômetro à base de extensômetros resistivos para a medição de força de usinagem, em conjunto com um sistema de aquisição e processamento de dados para analisar as forças envolvidas no processo de usinagem. O trabalho atingiu seu objetivo com o projeto e fabricação do dinamômetro, tornando possível o monitoramento das forças empregadas no processo de usinagem, que são de extrema importância para avaliar tanto a qualidade e geometria da superfície de corte e a dinâmica do processo de fabricação.

Figura 7 - Projeto do dinamômetro.



Fonte: (RIBEIRO, 2014)

Figura 8 - extensômetros e elemento elástico final.



Fonte: (RIBEIRO, 2014)

- **Título da monografia:** Implementação de um preditor neural no ambiente industrial Foundation Fieldbus. (PINEHRIO FILHO, 2010)
- **Autor:** Alexandre Magno Pimentel Pinheiro Filho.
- **Área de concentração:** Engenharia de Computação.
- **Comentários:** O trabalho realizado apresenta a implementação de algoritmos inteligentes para realizar a predição de valores de saída de um sensor de temperatura no processo de medição de gás natural, com a finalidade de detectar falhas nos sensores envolvidos nos processos de transferência de custódia do produto, já que qualquer erro de medição pode acarretar em prejuízos financeiro durante o processo de transferência de custódia. Além de ser implementada no computador, a rede neural recorrente foi embarcada em uma rede industrial Foundation Fieldbus. Finalmente foram feitos testes que demonstraram que a rede neural pode realizar a função de preditor de séries temporais, tanto para a detecção de falhas assim como para classificação das mesmas.

2.3. Refino, processamento e distribuição de derivados

2.3.1. Materiais

- **Título da monografia:** Obtenção de emulsões asfálticas modificadas com vermiculita. (DANTAS, 2013)
- **Autor:** Arthur de Castro Dantas.

- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O estudo realizado mostrou que o nanomaterial, vermiculita, utilizado para obtenção de emulsões asfálticas modifica as propriedades física do asfalto, podendo ocasionar melhorias nas propriedades da emulsão, podendo assim, a argila vermiculita, ser incorporada à emulsão. No experimento foi verificado que ao se adicionar vermiculita a emulsão asfáltica, ocorre uma menor interação do asfalto e conseqüente uma menor viscosidade quando comparado com o valor de viscosidade presente na literatura.

- **Título da monografia:** Novas formulações de lubrificantes a partir de óleo básicos regionais (PEGADO, 2004).
- **Autor:** Roberta de Melo Pegado.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia se propôs a estudar diferentes formulações de óleos de corte a partir de óleos básicos regionais, observando as variações dos aditivos em sua composição, para seleção de um fluido de corte adequado às necessidades do mercado. Para a formulação do fluido de corte foram utilizadas substâncias como: óleo mineral, emulsificante, anti-corrosivo, anti-espumante e biocida, com 13 formulações realizadas através de planejamento de experimentos e foi avaliado o índice de refração, a viscosidade e espuma em óleos solúveis das diversas formulações de lubrificantes. Obteve-se que o fluido preparado possui propriedades físico-químicas semelhantes aos fluidos comerciais mesmo havendo variação nas quantidades dos aditivos utilizados nas formulações. Foi observado que o fluido 9 apresentou as propriedades físico-químicas mais aproximada ao DROMUS B, porém se verificou que a sua estabilidade não foi boa, pois apresentou um volume de água inferior ao fluido comercial, por fim, As emulsões preparadas com os novos fluidos demonstraram uma estabilidade boa em relação ao fluido comercial utilizado como parâmetro para comparação dos resultados.

- **Título da monografia:** Influência da textura superficial no comportamento aerodinâmico em elementos estruturais cilíndricos (SILVA, 2009).
- **Autor:** Rodrigo Márcio da Silva.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** O objetivo desse estudo foi verificar qual o melhor acabamento superficial para otimização da resistência a ação do vento,

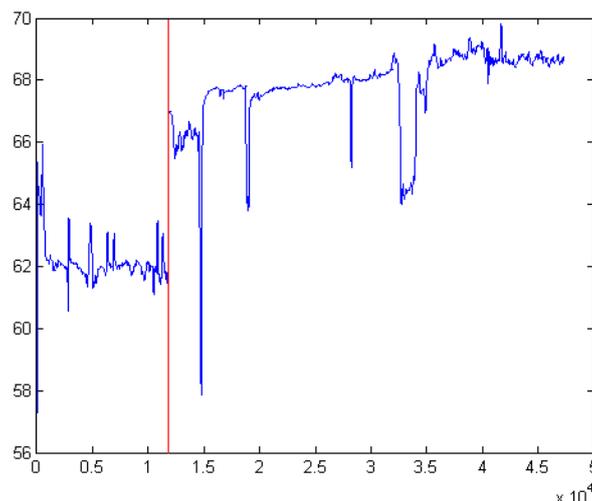
segundo o coeficiente de arrasto, em elementos estruturais cilíndricos. Nos experimentos, foram realizados estudos teóricos e práticos utilizando um túnel aerodinâmico com área da seção transversal do jato de vento de (0.25m^2) e comprimento 3.75m, com máxima velocidade de aproximadamente 4m/s, assim como três modelos cilíndricos de 15cm de diâmetro x 30cm de comprimento com diferentes acabamentos superficiais. O coeficiente de arrasto, a distribuição das pressões, o descolamento da camada-limite, assim como outras propriedades associadas, foram obtidas através da medição da velocidade do ar, com a utilização do Tubo de Pitot, e da aplicação adequada das equações de conservação da massa e quantidade de movimento linear, em conjunto com premissas simplificadoras apropriadas através do Método de Jones. Como resultado, o cilindro com acabamento lixado obteve um coeficiente de arrasto de 0.60 e o cilindro sem acabamento obteve um coeficiente de arrasto de 0,7338 (para o número de Reynolds 4×10^5). Através dos experimentos comprovou-se que a textura superficial influencia no coeficiente de arrasto e que, essa diferença pode ser significativa no cálculo da força de arrasto dependendo da velocidade. Houve a comprovação de que quanto maior a rugosidade, maior o coeficiente de arrasto depois do valor crítico.

2.3.2. Processos de refino

- **Título da monografia:** Desenvolvimento de um sistema de monitoração da deposição de FeS em uma unidade de refino de petróleo. (SILVA, 2010)
- **Autor:** Victor Leonardo Cavalcante Melo da Silva
- **Área de concentração:** Engenharia de Computação e Automação.
- **Comentários:** O objetivo dessa monografia foi desenvolver um sistema baseado em redes neurais artificiais do tipo perceptron de múltiplas camadas capaz de monitorar o nível de deposição de incrustação de sólidos em equipamentos. As redes organizam-se de forma autoassociativa para realizar uma compressão dos dados de entrada, formando uma curva indicadora da deposição. Para analisar o efeito da deposição na refinaria, foram selecionadas variáveis de pressão, temperatura, vazão e nível. Os dados foram obtidos em parceria com a Petrobras, após a coleta de dados foi utilizado um filtro digital de resposta ao impulso finita (FIR) para reduzir o ruído. Para o desenvolvimento do sistema indicador da deposição foram escolhidas quatro variáveis de temperatura que apresentaram grande variação depois da parada. A rede compressora recebe na entrada as quatro curvas originais e possui na saída um número de neurônios menor que o

número de entradas, gerando uma versão comprimida dos dados. A rede descompressora deve receber os dados comprimidos e fornecer na saída as curvas originais, com o menor erro possível. Para cada uma das quatro curvas de temperatura é formada uma janela com k amostras consecutivas da variável, de forma que a dimensão total do conjunto de entrada é de k . Neste trabalho foram formadas janelas com 2, 4, 10 e 16 amostras, gerando conjuntos de entrada de 8, 16, 40 e 64 dimensões. Diversas redes foram treinadas com diferentes combinações de números de camadas, números de neurônios, número de entradas e tempo de amostragem das curvas. Foi observado que a curva aumenta de valor logo após a parada para manutenção. Logo, espera-se que essa curva diminua de valor gradativamente com o tempo acompanhando o nível da deposição nos equipamentos da Unidade.

Figura 9 - Curva de saída da camada de representação da rede, a linha vermelha indica parada para manutenção.



Fonte: (SILVA, 2010).

- **Título da monografia:** Construção de novo ebulliômetro Othmer e desenvolvimento de módulo supervisor (PASSOS, 2009).
- **Autor:** Rafael Hernandez Damascena dos Passos.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia consistiu na determinação de dados de equilíbrio líquido-vapor (ELV) de uma série inicial de misturas sintéticas e da própria água de produção a partir de um ebulliômetro do tipo Othmer modificado contendo um módulo supervisor. O ebulliômetro Othmer é um excelente dispositivo para aquisição de dados de equilíbrio líquido-vapor e de equilíbrio líquido-líquido-vapor, no entanto, a tomada de dados no

laboratório onde está instalado o ebulliômetro é demorada. O ebulliômetro modificado é equipado como um termômetro digital com sensor de platina, com tomada de temperatura no topo da coluna e no líquido, além do ângulo de declínio do tubo ser mais acentuado, para evitar saída do recipiente do condensado. O ebulliômetro é preenchido com água bidestilada e a temperatura é mantida em 26°C, e através do método Ziegler-Nichols se observa a resposta do processo. Devido a atrasos na entrega de equipamentos, não foi possível validar os dados da célula de equilíbrio com dados encontrados na literatura, mas o objetivo da montagem da célula com ebulliômetro modificado foi alcançado.

- **Título da monografia:** Automação do ebulliômetro de Othmer modificado e sua utilização na determinação de dados de equilíbrio líquido-vapor (ELV) (NASCIMENTO, 2010).
- **Autor:** Ruthinéia Jéssica Alves do Nascimento.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia visou à automação do Ebulliômetro de Othmer para utilizá-lo na determinação de dados de equilíbrio líquido-vapor da água de produção e de outros sistemas termodinâmicos a baixas concentrações. Os sistemas termodinâmicos utilizados experimentalmente foram: Água de produção – um sistema real e de grande complexidade por possuir muitas substâncias em solução, dentre elas destacando-se os sais e hidrocarbonetos; Sistema água/n-Decano a 100, 200 e 500 ppm e Sistema água/xileno no ponto de saturação e diluída de 1:1. Os experimentos de equilíbrio líquido-vapor foram realizados em um Ebulliômetro de Othmer de baixa pressão que recircula apenas a fase vapor. Os resultados de Equilíbrio Líquido-Vapor (ELV) obtidos dos sistemas diluídos: água de produção e sistema binário água / xileno mostra que a fase vapor mostra-se mais concentrada nos componentes orgânicos de menor volatilidade, nessas condições de diluição.

Figura 10 - Aparato desenvolvido para a Célula Othmer automatizada e para baixas concentrações.

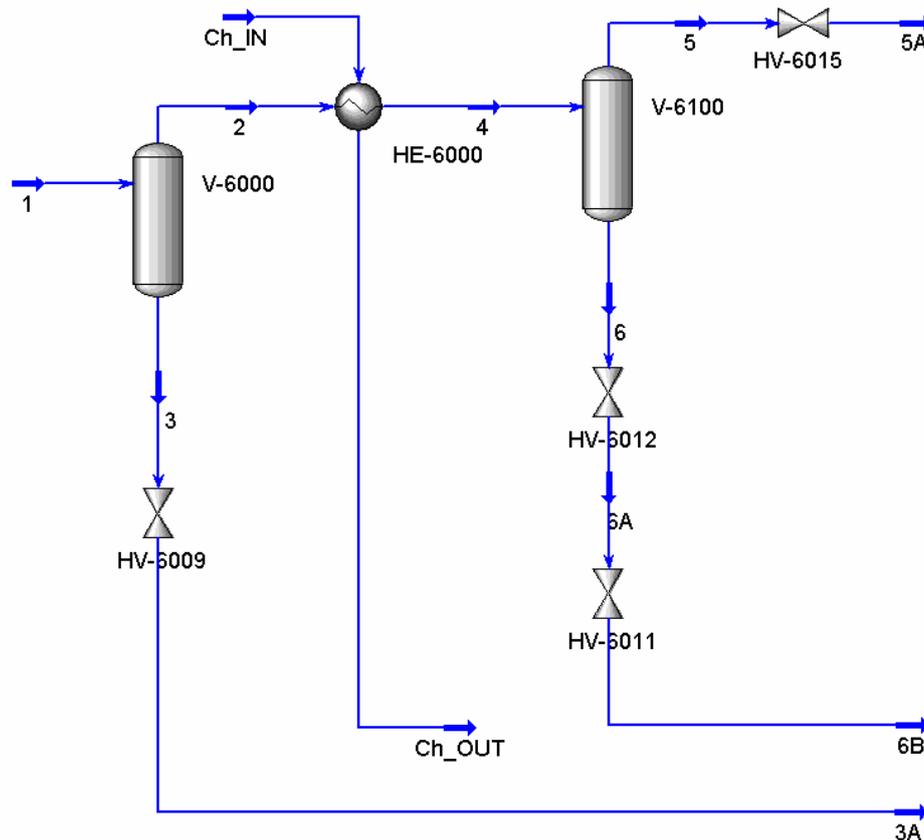


Fonte: (NASCIMENTO, 2010).

- **Título da monografia:** Modelagem e simulação de uma unidade de separação dos componentes provenientes de um reator FT (Fischer-Tropsch) através do simulador HYSYS (DUARTE, 2006).
- **Autor:** Leonardo Araujo Duarte.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia teve como objetivo simular uma unidade de separação dos componentes provenientes de um reator FT (Fischer-Tropsch), utilizando o simulador HYSYS. O objetivo específico é separar os hidrocarbonetos leves e pesados, proveniente de uma unidade de Síntese de Fischer-Tropsch dos outros constituintes, principalmente a água e os compostos orgânicos de maiores estruturas moleculares. Neste trabalho, o processamento de gás é de uso exclusivo para separação dos compostos orgânicos e da água, dos hidrocarbonetos leves e pesados. Para isso, se utilizou um separador seguido de um resfriador de tubo duplo conectado a outro separador operando continuamente. O simulador HYSYS criou diagrama de fases, projeto de tubos de transporte, diagramas de formação de hidratos e etc. Então, foram realizadas diversas operações com o mesmo objetivo de separar os compostos orgânicos e a água, dos hidrocarbonetos leves e pesados. Foram montados flowsheets representando cada processo utilizando equipamentos de simples

utilização como expansores, compressores, vasos separadores, distribuidores, controladores de nível, aquecedores, resfriadores e ferramentas lógicas. O simulador HYSYS devido a sua grande aplicabilidade, mostrou-se como instrumento extremamente útil, unido praticidade, simplicidade, rapidez e, principalmente, precisão na modelagem e simulação de plantas e processos químicos. Os resultados obtidos foram significativos e foi conseguido um bom rendimento. A unidade de separação mostrou-se satisfatória. Ao diminuir a pressão até 6 bar, houve, conseqüentemente, uma diminuição na concentração do hidrogênio e do dióxido de carbono, e um aumento na concentração de água e de hidrocarbonetos,

Figura 11 - Flowsheet da unidade de separação na simulação.



Fonte: (DUARTE, 2006)

- **Título da monografia:** Desenvolvimento de novos adsorventes para aplicação na separação dos isômeros do xileno (OLIVEIRA, 2013).
- **Autor:** Katherine Carrilho de Oliveira.

- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Esse estudo abordou a caracterização da vermiculita através da determinação da sua capacidade de troca catiônica de forma a contribuir para a indústria de derivados de petróleo propondo uma separação inovadora, eficiente e economicamente viável em relação às técnicas atualmente utilizadas. Foram utilizados os tensoativos catiônicos: Brometo de cetiltrimetilamônio (CTAB) com 16 carbonos da Cromato Produtos Químicos LTDA e o Cloreto de dodecilamônio (DAC). A vermiculita utilizada foi proveniente da cidade de Santa Luzia, na Paraíba. Os reagentes utilizados no preparo das soluções padrão para construção dos gráficos de calibração foram: metanol, de grau espectroscópico (Panreac), o o-xileno (Fluka Analytical, $\geq 98,0\%$), o p-xileno ($\geq 99,0\%$); o m-xileno (p.a.) (Sigma Aldrich); o octano (p.a.); e decano (p.a.). O procedimento inicial realizado foi a purificação da vermiculita e obtenção de sua forma sódica, de acordo com o seguinte procedimento: pesou-se 200g da vermiculita e lavou-se com água deionizada, deixando-a secar por dois dias a temperatura ambiente. Adicionou-se à vermiculita seca 1,5 L de uma solução tampão de acetato de sódio (pH 5,0) mantendo-a sob agitação, a uma temperatura de 40°C. Foi feito ensaio granulométrico na argila e em seguida a síntese do tensoativo. Com a vermiculita purificada e na forma sódica, iniciou-se o procedimento de modificação utilizando soluções de tensoativos catiônicos, o Cloreto de Dodecilamônio (DACl) e o Brometo de Cetiltrimetilamônio (CTAB), em seguida foi feita a determinação da capacidade de troca catiônica, além de outras caracterizações como FRX, DRX e BET. Com a determinação da CTC, foi possível confirmar o potencial da vermiculita para ser utilizada como adsorvente, além de verificar a eficiência dos procedimentos de purificação e de obtenção da forma sódica, que aumentaram a capacidade de troca catiônica da vermiculita. Por fim, concluiu-se que os adsorventes modificados podem apresentar um potencial considerável para a separação dos isômeros, uma vez que o espaço cristalino foi alterado podendo apresentar seletividade a um deles.

- **Título da monografia:** Equilíbrio líquido-vapor para sistemas hidrocarbonetos naftênicos (OLIVEIRA, 2002).
- **Autor:** Jansen Dantas de Oliveira.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este projeto consistiu de um trabalho teórico-computacional, onde uma equipe desenvolveu coleta de dados, tanto no laboratório, como na literatura, testes termodinâmicos e estimativa de parâmetros binários (Kij), para as equações de estado dos simuladores. A estimativa destes

parâmetros foi importante, pois assim é possível prever o comportamento de um poço produtor em amplas faixas de pressão e temperatura. Diante dos dados coletados de sistemas de cicloalcanos (compostos típicos encontrados no petróleo regional chamados de naftênico) com cicloalcanos e alcanos a baixas pressões, pode-se calcular os parâmetros Kij. Buscamos estudar as propriedades termodinâmicas, i.e., equilíbrio de fases, dos compostos presentes no petróleo cru, como cicloalcanos, alcanos, alcenos e alcanos ramificados, visando descrever melhor estas propriedades nas condições dos reservatórios. A coleta dos dados de equilíbrio líquido-vapor foi realizada no banco de dados DDB (Dortmund Data Base)-2000, onde foi possível a coleta de vários sistemas de dados. Após o teste de consistência dos dados, o qual utiliza a equação de Gibbs-Duhem, foram verificados quais sistemas foram selecionados na estimação de parâmetros. O programa utilizado para a estimativa dos parâmetros kij foi o KIJPOLY, onde o mesmo utiliza equações de diversos autores, e a equação utilizada foi a de Peng-Robinson pura e com as constantes de Mathias-Copeman. O programa requer como dados de entrada para a estimativa dos parâmetros temperatura (K), pressão (bar), composição da fase líquida (x_i) e da fase vapor (y_i). Os diversos dados dos sistemas que continham os mesmos componentes foram agrupados para facilitar a estimação dos parâmetros. O programa fornece, o parâmetro Kij, o desvio de P e y_i . Foram realizadas as estimativas dos parâmetros Kij para 35 tipos de sistemas de dados de equilíbrio líquido-vapor utilizando-se as variações na escolha dos diferentes autores nas equações de estados disponíveis. Os resultados obtidos foram considerados bastante satisfatórios no que se diz respeito a qualidade dos parâmetros Kij, tornando assim possível, a predição do comportamento do poço a altas pressões.

- **Título da monografia:** Determinação de dados de equilíbrio de fases de sistemas hidrocarbonetos utilizando o ebuliômetro Fischer (OLIVEIRA, 2008).
- **Autor:** Isaac Porfírio de Oliveira.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este trabalho visou à obtenção de dados de equilíbrio de fases de sistemas hidrocarbonetos que simulem o comportamento de equilíbrio da água de produção sintética e da própria água de produção do campo em amplas faixas de temperatura e pressão. O ebuliômetro de Fischer trata-se de uma célula dinâmica de medição de dados de ELV, onde ambas as fases líquida e vapor são circuladas. Este dispositivo é adequado

para sistemas não eletrólitos e permite o estudo de substâncias com alto ponto de ebulição. Os dados de equilíbrio são obtidos em termos de pressão, temperatura e composições das fases, líquida e vapor (P,T,x,y). O ebulliômetro tipo Fischer foi devidamente montado, testado e colocado em operação para a obtenção de dados de ELV e ELLV para as misturas multicomponentes de hidrocarbonetos. O equipamento "Fischer System" possui um sistema automático de controle de pressão, podendo ser operado sob pressões pré-determinadas, que é mantida constante durante todo o experimento. A finalidade de se analisar a determinação de dados de equilíbrio líquido-vapor (ELV) e equilíbrio líquido-líquido-vapor (ELLV) dos principais constituintes presentes na água de produção bem como misturas sintéticas de hidrocarbonetos + água + sal e da própria água de produção nos mostrará o comportamento dessas misturas auxiliando na análise do processo de evaporação da água de produção para que possam ser reutilizadas e/ou descartadas. A obtenção dos dados de equilíbrio foi feita utilizando o ebulliômetro Fischer. As curvas de pressão x temperatura foram determinadas com pressões variando de 300mmHg a 760mmHg. Foi feita inicialmente a obtenção de dados de equilíbrio líquido-vapor dos sistemas: água, decano, tolueno, os binários água + decano, água + tolueno e os sistemas água + sal, decano + sal e decano + água + sal. Verificando os dados de equilíbrio líquido-vapor da mistura sintética água + tolueno percebemos que as constantes de Antoine e ponto de ebulição calculado com estas constantes para a água bidestilada e mistura água/tolueno apresentam uma pequena diferença. Os testes feitos com a água de produção e os sistemas sintéticos demonstram claramente o comportamento dos mesmos em equilíbrio termodinâmico. Proporcionalmente, a fase vapor é mais rica em fase orgânica na ordem de 2:1 com relação à fase orgânica da fase líquida.

Figura 12 - Ebulliômetro Fischer acoplado ao controlador M101, Bomba à vácuo e sistema de refrigeração.



Fonte: (OLIVEIRA, 2008)

2.3.3. Processamento de gás natural

- **Título da monografia:** Desenvolvimento da página do NUPEG com recursos computacionais avançados e de simulação de plantas de petróleo e gás do estado do RN. (ARAÚJO, 2006)
- **Autora:** Anne Dantas de Araújo.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O trabalho apresenta diferentes rotas de processamento utilizadas para ajustar o índice de metano, reduzindo os hidrocarbonetos pesados do gás natural. Foi visto que a escolha do processo mais indicado é função da localização da unidade de tratamento, da constituição química do gás, dos níveis de pressão e temperatura no reservatório e da vasão a ser tratada. A busca de alternativas mais viáveis foi realizada com base em simulações e também caracterizações reais do gás produzido obtidos de plantas do estado do Rio Grande do Norte. Os resultados do projeto indicam a viabilidade da introdução de um equipamento de separação de constituintes pesados do gás produzido, visando uma aplicação in loco em motores de combustão interna.

- **Título da monografia:** Estudos termodinâmicos do processo de regeneração de Monoetilenoglicol (MEG). (SOBRINHO, 2013)
- **Autora:** Patrícia Alves Sobrinho.
- **Área de concentração:** Engenharia de Petróleo.

- **Comentários:** O presente estudo propôs investigar experimentalmente uma série de propriedades termodinâmicas, tais como solubilidade, densidade e condutividade, do sistema aquoso MEC/cloreto de sódio/água, para diminuir a formação de hidratos e otimizar o sistema de regeneração e recuperação do MEG. Observou-se durante os experimentos que a dependência da temperatura com a solubilidade do cloreto de sódio é relativamente fraca. Verificou-se também que a tendência de solubilidade do cloreto de sódio decresce em misturas contendo elevado teor de MEG ou MEG puro. Na condutividade o efeito seguiu a mesma tendência de decréscimo. Foi verificado que os dados obtidos nos experimentos condizem com a literatura. O estudo do monoetilenoglicol não apenas implica na redução de custos, mas no controle de resíduos que se acumulam nas tubulações e que podem prejudicar o meio ambiente, alterando fauna e flora.

- **Título da monografia:** Remoção de H₂S do gás natural em coluna de recheio com solução de permanganato de potássio em contracorrente. (LAGO, 2012)
- **Autor:** Charles Rajiv Cavalcante do Lago.
- **Área de concentração:** Engenharia de Processos em Plantas de Petróleo e Gás Natural.
- **Comentários:** O trabalho desenvolvido teve como finalidade estudar a capacidade que uma solução de permanganato de potássio (KMnO₄) e ácido sulfúrico (H₂SO₄), tem para retirar o H₂S contido no gás natural. Tendo como objetivo desenvolver um processo com baixo custo de operação e de alta eficiência, além de gerar produtos facilmente separados e que possuem alto valor agregado. Na absorção o gás natural é borbulhado na parte inferior da coluna de acrílico, utilizando como enchimento anéis de Raschig e a solução de permanganato de potássio, como líquido absorvedor e oxidante. O H₂S contido no gás reage com a solução, formando enxofre coloidal. O monitoramento do processo foi feito caracterizando o gás que sai na parte superior da coluna por um analisador de gás GreenLine 8000 da Eurotron. Um aparato experimental para a operação em contracorrente foi definido e montado. Os dados hidrodinâmicos obtidos foram coerentes com os da literatura.

Figura 13 - Analisador de gás GreenLine 8000 da Eurotron.



Fonte: (LAGO, 2012)

- **Título da monografia:** Estudo técnico-econômico de um sistema de cogeração a gás natural em pesquisa escala (CAMPELO, 2003).
- **Autor:** Ronaldo Carvalho Campelo.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Esta monografia teve objetivo de desenvolver um projeto de cogeração de energia em pequena escala, ou seja, aproveitar duas formas de energia (elétrica e térmica) produzidas a partir da queima de um mesmo combustível (gás natural). O processo se dá basicamente a partir de um motor de combustão interna no qual se dá a queima do gás natural. Os gases produzidos na combustão deixam o motor a uma temperatura alta e, ao passarem por um trocador de calor, esquentam a água até que esta sai do equipamento em forma de vapor. A energia mecânica é aproveitada através de um gerador que fica acoplado ao motor. Este por sua vez produz energia elétrica que deve ser utilizada da melhor forma. A água utilizada para gerar o vapor já entra no trocador pré-aquecida, pois ela advém do motor no qual faz o resfriamento. Ainda na parte experimental, foi efetuado balanço de massa e energia, através do software SuperPro Designer, e estudo de viabilidade técnico-econômica com o software @risk, e assim obter valores de eficiência e energia térmica. O resultado obtido foi um bom aproveitamento da energia que o combustível pode produzir. Estima-se que cerca de 33,25% da energia foi transformada em energia elétrica, e 46,25% foi aproveitada sob forma de energia térmica, totalizando 79,5%.

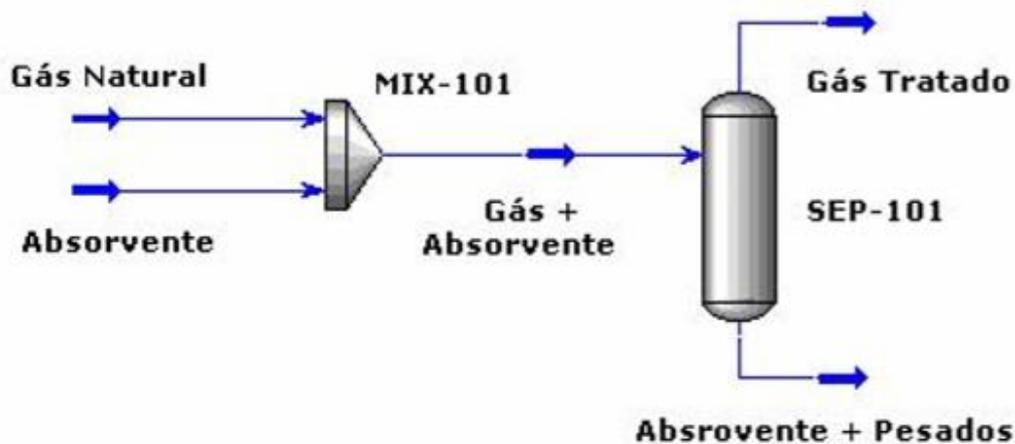
- **Título da monografia:** Implementação de classificador neural no ambiente Foundation Fieldbus (LOPES, 2009).
- **Autor:** Kennedy Reurison Lopes.
- **Área de concentração:** Engenharia de Computação e Automação.
- **Comentários:** Este trabalho apresentou o estudo da implementação de algoritmos inteligentes embarcados na rede industrial Foundation Fieldbus para o diagnóstico de falhas em sensores envolvidos na transferência de custódia de gás natural. O algoritmo consiste em classificar falhas que possam existir em um sensor, considerando os tipos de falhas que podem ocorrer. A classificação de falhas foi desenvolvida utilizando os dados preditos de um e dois passos de uma rede NARX previamente treinada. Através do erro de predição é possível determinar as falhas, caso o erro ultrapasse um limite pré-estabelecido. Neste trabalho, o mapa SOM foi desenvolvido para mapear os diferentes padrões existentes no erro de medição. Como o treinamento é auto-supervisionado, o problema pode ser generalizado para qualquer outro tipo de falha. Os dados utilizados para testes foram obtidos a partir de uma estação de medição de gás natural no período de um mês, com intervalos de amostragem de uma hora. Estes dados foram utilizados para construir uma rede neural NARX para predição de um e dois passos. A implementação do mapa SOM foi idealizado para um modelo com 9 neurônios numa grade bidimensional, Os dados foram tratados de forma a possuírem diferentes tipos de erros em diferentes instantes de tempo da série e o treinamento foi realizado em Matlab. Os resultados mostraram que uma falha é mais fácil de ser diagnosticar com passos múltiplos de predição. Principalmente quando temos falhas diferentes com comportamentos parecidos, como é o caso das falhas de derivação.
Ainda é possível generalizar a configuração do mapa SOM na rede FF para um número maior de neurônios e que desta forma classifique uma quantidade maior de falhas, ou mesmo diferencie as falhas incipientes.
- **Título da monografia:** Síntese de catalisadores para processos de oxidação de gás natural visando à produção de monocloreto de vinila (MVC) (MEDEIROS, 2003).
- **Autor:** Josenilton Ferreira de Medeiros.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este estudo teve como objetivo principal a síntese e caracterização de catalisadores para fins de processos de oxicloração catalítica do metano para a produção do monocloreto de metila e MVC, utilizando, para tanto, os catalisadores de cloreto de cobre, cloreto de

potássio e cloreto de lantânio suportado em sílica. Foram utilizados como reagentes químicos nesse estudo: Cloro gasoso, ácido clorídrico, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, hidróxido de amônio, sulfato de cobre, cloreto de lantânio, cloreto de potássio e sílica gel. Visando a oxicloração do gás natural, foram preparados catalisadores do tipo cobre suportado em sílica, pelo método de impregnação. Foi utilizado como precursor o sulfato de cobre complexado com a adição de NH_3OH para obter o tetramino de cobre. Em seguida foi feita a impregnação do complexo na sílica mantendo o pH da mistura (complexo + sílica) aproximado a 10. Sucessivamente foram feitas três lavagem com uma solução de pH=10 (NH_3OH diluído) durante 20 minutos cada uma, para remover o íon sulfato presente no catalisador. Para impregnação dos promotores KCl e LaCl_3 foi utilizado um aparelho denominado rotavapor. Foram efetuados ensaios de análise termogravimétrica (TGA), análise térmica diferencial (DTA), espectrometria de fluorescência de raios x (FRX). Em termos da síntese e caracterização dos catalisadores os ensaios mostraram que as análises feitas por TGA e DTA permitem assegurar e tranquilizar que no processo reacional, na temperatura de operação, diversos elementos podem permanecer no catalisador, sem serem transformados, evaporados ou modificados em termos de cristalinidade. As análises feitas por espectrofotometria de fluorescência de raios X são satisfatórias, uma vez que mostram o teor de metal presente no suporte catalítico, comprovando assim, a eficiência da técnica utilizada para síntese dos catalisadores. As análises mostraram realmente a presença dos principais elementos (cobre e lantânio) inseridos no suporte no ato da preparação.

- Título da monografia: Processos de separação da fração pesada do gás natural para aplicação em motores de combustão interna. (MELO, 2005)
- Autor: Daniel Cavalcanti Moura de Melo.
- Área: Engenharia Química.
- Comentários: Este trabalho apresenta uma gama de composições do gás natural identificando o intervalo de composições ideais para ser usado em motores a combustão interna ciclo Otto. Foi feita uma análise, que é uma etapa essencial para a busca de um sistema ótimo de separação da fração pesada do gás natural para aplicação in loco nas unidades industriais de produção que usam esses tipos de motores. Primeiramente foi feito um estudo para saber como variava as composições molares das diversas frações de hidrocarbonetos presentes no Gás Natural. Esse estudo baseava em analisar as composições de diversas amostras de gás coletadas na região de Guamaré – RN e em seguida foi feito um tratamento estatístico para

cobrir todas as possíveis composições. O intuito dessa etapa preliminar foi de analisar o Índice de Metano (MN) das amostras. O resultado desse levantamento foi aproximadamente 8.000.000 de possíveis composições para o gás. O valor do Índice de Metano mínimo (que foi usado como referência) foi estipulado de acordo com a turbina que será usada para queimar o gás e transformá-lo em energia elétrica. O próximo passo foi calcular o Índice de Metano (MN) de todas as composições geradas para assim identificar as que estão abaixo do Índice de Metano Padrão (IM-P). Pode-se observar que à medida que as frações mais pesadas de hidrocarbonetos (C3+) vão aumentando na composição do Gás Natural ocorre uma diminuição do MN. Isto implica que, para colocarmos as amostras que estão fora de especificação dentro da faixa do MN desejado, se faz necessário uma remoção dessas frações pesadas do gás. Para encontrar processos de separação adequados a cada faixa de pressão, temperatura e composição de entrada do gás natural de forma que o Índice de Metano fique adequado ao uso em motores a combustão interna (ciclo Otto) fez-se uso do simulador HYSYS que é o mais adequado quando se trabalha com petróleo, gás e derivados. Observando as frações pesadas (C5+) nas amostras de gás antes e depois da absorção, podemos ver que o líquido absorvente conseguiu retirar parte da fração pesada do Gás Natural como também enriqueceu as frações mais leves (C3-) da amostra.

Figura 14 - Processo de separação.



Fonte: (MELO, 2005)

2.3.4. Produtos e insumos

- **Título da monografia:** Estudo da eficiência de novos aditivos na gasolina através da cromatografia gasosa. (GONÇALO, 2004)
- **Autor:** Ana Claudia Gonçalo.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O estudo teve como objetivo analisar o tempo em que os aditivos são capazes de inibirem ou retardarem a formação de depósitos (goma), analisar o aspecto da cor da gasolina durante o período da estocagem e acompanhar a formação de goma na gasolina através da cromatografia gasosa. Com o auxílio da técnica da cromatografia gasosa, onde esta é o principal meio para acompanhar a formação de depósitos, o projeto revelou que estocada a gasolina, a formação de goma ocorre imediatamente após a primeira semana, processo esse semelhante ao tanque do veículo, devido a elevada temperatura e o contato com o ar atmosférico.

- **Título da monografia:** Síntese e estudo de eficiência entioxidante de novos aditivos aplicados a combustíveis (QUEIROZ, 2004).
- **Autor:** Luciana Rodrigues de Queiroz.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este estudo teve como objetivo principal desenvolver um modelo para a obtenção de antioxidantes a partir do b-naftol, além de determinar o melhor aproveitamento dos antioxidantes e testar suas propriedades. O aditivo antioxidante foi obtido através de transformações químicas feitas no b-naftol, como a alquilação de hidrocarbonetos aromáticos, reações de alquilação Friedel-Crafts ou ainda reação de nitração de hidrocarbonetos aromáticos. Inicialmente, tomou-se um balão de fundo redondo, acoplado a duas entradas, que funciona como reator. A uma dessas entradas, acoplou-se um funil de gotejamento para controlar a adição do reagente à mistura. As quantidades tomadas dos produtos seguem aproximadamente a estequiometria reacional, com excesso do reagente. À outra entrada acoplada ao balão, adapta-se um condensador a vácuo. Foi efetuada cromatografia das amostras, espectrometria Raman, método do período de indução, método da goma lavada e não lavada, método da goma potencial e método da cor. Foi feita ainda amostragem da gasolina com os novos aditivos. Os espectros obtidos através de experimentos de RMN de H, possibilitou a perfeita caracterização destes compostos. Todos os aditivos obtidos mostram resultados compatíveis com os aditivos comerciais analisados, tanto nos ensaios da goma potencial,

no período de indução como na análise de cor ASTM, o que lhes confere boas características antioxidantes.

- **Título da monografia:** Estudo do desempenho antioxidativo de um novo composto derivado do cardanol hidrogenado aplicado à gasolina automotiva (ALVES, 2006).
 - **Autor:** Julianna Karla Paiva Alves.
 - **Área de concentração:** Engenharia Química.
 - **Comentários:** Este trabalho teve como objetivo comparar o desempenho antioxidativo de um novo composto derivado do cardanol hidrogenado, o AOC1 (2,4,6 tri-terbutil ou pentadecilfenol), com antioxidantes utilizados atualmente nas refinarias, o DBPC (Butil Hidroxi Tolueno ou BHT) e o PDA (p-fenilenodiamina), e determinar a concentração desses compostos que corresponda ao melhor desempenho em gasolina automotiva. O estudo do desempenho antioxidativo foi realizado com o novo composto derivado do cardanol hidrogenado o 2,4,6 tri-terbutil (pentadecilfenol), bem como com os produtos comerciais Ionol (DBPC ou Butil Hidroxi Tolueno) e Santoflex (PDA ou para-fenilenodiamina). Os antioxidantes foram adicionados em amostras de nafta craqueada da Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão e submetidos às análises com diferentes concentrações de antioxidantes (10, 30, 60, e 100 ppm). As análises realizadas foram: Período de Indução, Goma lavada e não lavada e Cor ASTM. Como resultados obteve-se que: O melhor desempenho antioxidativo foi do antioxidante AOC1 na concentração de 30ppm, derivado do cardanol hidrogenado, e que os antioxidantes comerciais não satisfazem as normas da ANP que prevê que após 24 semanas o antioxidante deverá ter no máximo 5mg/100ml de goma lavada. O novo antioxidante proposto também não alcançou êxito, em relação às normas da ANP, entretanto ao final de 24 semanas todas as concentrações alcançaram valores próximos ao previsto (entre 5,4 e 6 mg/100ml). Além disso, o aditivo proposto é mais viável economicamente.
-
- **Título da monografia:** Avaliação da Solubilidade de Novo Antioxidante em Sistemas Microemulsionados (COSTA, 2007).
 - **Autor:** Indira Carla Carlos da Costa.
 - **Área de concentração:** Engenharia Química.
 - **Comentários:** Este estudo teve por finalidade obter novos aditivos aplicados a gasolinas. O estudo do desempenho antioxidativo foi realizado com o novo composto derivado do β -naftol, que neste texto será indicado por AO1, bem como com os produtos comerciais DBPC (Butil Hidroxi

Tolueno) e PDA (para-fenilenodiamina). As amostras foram submetidas às análises de goma lavada e não lavada. Foi feita uma microemulsão com o intuito de apresentar uma melhor solubilidade e, conseqüentemente, um melhor desempenho antioxidativo. Foi realizada uma amostragem na Refinaria Landulfo Alves (RELAN), neste momento foram utilizados os antioxidantes comerciais PDA e DBPC, o antioxidante experimental, derivado do β -naftol (AO1), microemulsionado e não-microemulsionado, além de nafta sem antioxidante (branco). A nafta foi coletada na saída da unidade industrial em frascos já contendo 20 ml de cada uma dessas soluções. A nafta recolhida passou por um desumidificador. Com os resultados obtidos no ensaio de goma lavada estima-se que quanto maior a solubilidade de um determinado composto no material a ser estudado, melhor a sua atividade antioxidante; visto que o mesmo antioxidante, diferenciado apenas pelo tipo de solubilização, apresentou resultados bem distintos. Os resultados obtidos com o novo composto microemulsionado são bastante satisfatórios, principalmente se comparado aos antioxidantes comerciais que estão sendo usados nas refinarias brasileiras.

2.3.5. Segurança, meio ambiente e saúde (SMS)

- **Título da monografia:** Estudo de um sistema de aquisição de dados utilizado na grandeza temperatura e desenvolvimento do procedimento para qualificação e validação de estufas, refrigeradores e salas de estabilidade. (CÉSAR, 2011)
- **Autor:** André Lopes César.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** O trabalho visou desenvolver uma bancada móvel que viabilizasse o procedimento para qualificação e validação referente a emissão de certificados, e na ampliação de atendimento na grandeza temperatura, de maneira a atender os segmentos que exigem certificações de equipamentos como estufas, refrigeradores e salas de estabilidade. O protótipo foi composto de uma bancada móvel contendo um módulo de aquisição e registro, com suporte para oito sensores térmicos, um conversor isolado USB, um conjunto de termopares da série "K" e sensores Pt100, além de um computador portátil para utilização dos softwares de gerenciamento e monitoramento. Depois de finalizado o protótipo, o mesmo foi testado, e as calibrações e qualificações foram realizadas com sucesso, sendo assim possível a emissão de certificados, garantindo rastreabilidade e segurança ao ensaio, atendendo prontamente as

exigências dos órgãos reguladores, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA.

2.3.6. Sistema de utilidades

- **Título da monografia:** Desenvolvimento de uma bancada para testes de termoacumuladores (OLIVEIRA, 2010).
- **Autor:** Roberto França de Oliveira.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** Essa monografia teve por objetivo desenvolver uma bancada de teste de fluidos usados na refrigeração baseada na termoacumulação, que é o acúmulo de energia térmica durante os horários onde a energia elétrica é mais barata para ser usado em horários onde a energia é mais cara para grandes consumidores. A bancada foi montada com a aquisição de materiais como: compressor, serpentina, fluido refrigerante e tubos de cobre. Os fluidos de termoacumulação testados foram: Gelo (ganho de energia térmica na forma de calor latente), Solução de água + álcool etílico 50% (energia térmica na forma de calor sensível) e Solução de água + etilenoglicol 30% (conforme a porcentagem média usada em sistemas convencionais). Com o auxílio de um computador com placa de aquisição de dados com tempo de funcionamento de 6 horas para cada análise e medições de aproximadamente de dois dias, para estabilizar o sistema, assim foram levantadas curvas de termoacumulação. Nos resultados, nota-se que ao desligar o sistema após seis horas de funcionamento da bancada, o fluido só vai começar a se aquecer dez horas depois. Que indica um grande acúmulo de energia na forma de calor latente. Nas soluções de água mais álcool etílico 50% (Gráfico2) e etilenoglicol 30% (Gráfico3), conseguiu-se baixar a temperatura em menos cinco e menos sete graus Celsius, respectivamente. Neste caso, o responsável por esse fenômeno é o calor sensível, porém logo que o sistema é desligado o fluido rapidamente começa a se aquecer.

Figura 15 - Bancada de testes para termoacumuladores.



Fonte: (OLIVEIRA, 2010).

2.3.7. Transporte e distribuição

- **Título da monografia:** Estudo do efeito das tensões interfaciais em sistemas água/tensoativo/óleos pesados. (OLIVEIRA, 2010)
- **Autora:** Antonia Beatriz Viana Oliveira.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O estudo buscou analisar uma técnica para transportar óleo pesado (Coreflow), por meio da utilização de tensoativos como lubrificantes das tubulações, com a finalidade de solucionar o problema da adesão do óleo nas paredes da tubulação. Foi estudado o efeito dos tensoativos em sistemas compostos por água, óleo pesado e tensoativo, com o intuito de aplicá-los no sistema de escoamento de óleo pesado do tipo coreflow. Chegou-se à conclusão que os tensoativos, tanto os de cadeia linear quanto para os de anel aromático, analisados reduziram a tensão interfacial.

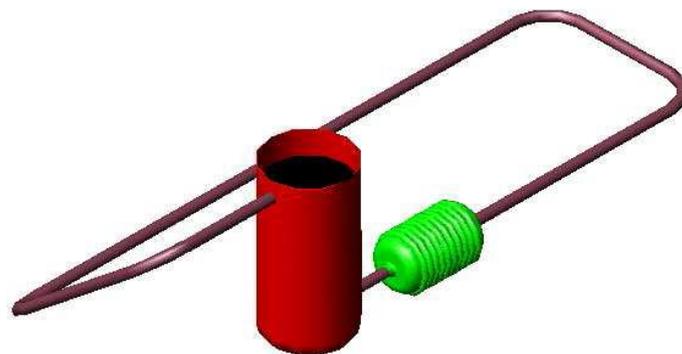
- **Título da monografia:** Estudo de implementação de técnicas sônicas para a detecção de vazamentos em dutos com regime de escoamento multifásico (DUARTE, 2007).
- **Autor:** Victor José Lima Duarte
- **Área de concentração:** Engenharia de Computação e Automação.
- **Comentários:** Este trabalho teve como objetivo uma proposta para implementar um sistema de detecção de vazamentos baseado em sinais acústicos através do uso de sensores específicos para tal e processadores digitais de sinais (DSP's) para o processamento local, com uso de técnicas

de processamento de sinais de baixa complexidade computacional e eficiente para filtrar o sinal acústico e detectar os vazamentos, através de classificadores de padrão. Os sinais provenientes dos sensores são sempre convertidos em sinais digitais que logo após são processados por uma máquina. Quando os padrões de ruídos apresentam componentes fortes do tipo “spike”, ou apresentam uma grande variação em torno da média, o uso de filtros por mediana para a supressão ou redução é um método particularmente efetivo. Os filtros passa-baixa e passa-alta são sugeridos a serem implementados analogicamente, e também diminuem o ruído do sinal. Neste trabalho ainda foi utilizada a transformada Wavelet, que tem a capacidade de extrair informação de forma que se possam analisar blocos de informação em detalhes ou em escala, e assim retirar informações outrora não visíveis no espaço de resolução dos dados. O método com processadores digitais de sinais (DSP's) aumenta a eficiência dos sistemas de detecção de vazamentos em oleodutos em regime de escoamento multifásico. Em cada ponto, conectou-se um capilar (pequenos tubos) a um sensor de pressão convencional que transmite um sinal para um CLP (Controlador Lógico Programável) localizado no mesmo ponto quer por sua vez digitaliza o sinal proveniente do sensor e envia através de sinal de rádio os dados coletados para o supervisor, localizados na estação mais próxima do ponto. O processamento do filtro por mediana é aplicado na janela de dados a medida que ela desliza e a cada 25 deslizamentos aplica-se o desvio padrão para este conjunto de dados. Isto implica a uma pré-deteção de vazamento a cada, aproximadamente, 8 segundos. O estudo demonstrou que sistemas baseados em sistemas de detecção de vazamentos com sinais acústicos têm tido grande êxito e aceitação pela operacionalidade, robustez e eficiência dos mesmos. Sistemas automáticos para detecção de vazamentos em dutos de petróleo são de grande valia, pois evitam grandes danos ao meio ambiente, bem como perdas de produção para as empresas do setor de petróleo.

- **Título da monografia:** Análise do combate à incrustação através do fenômeno da cavitação e/ou arrasto (LIMA, 2010).
- **Autor:** Rudson de Souza Lima.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** Essa monografia teve objetivo de utilizar o processo de cavitação através de um controle de pressão para a destruição das incrustações provocadas por fluidos, de modo que os fragmentos desprendidos sejam levados ao longo da tubulação pela pressão dinâmica associada ao escoamento. Foi montado um experimento que simulou o

escoamento do fluido em um sistema de tubulação fechada. Para a montagem desse experimento foi usada uma bomba centrífuga com potencia de 1/4 CV que proporcionou um fluxo contínuo de aproximadamente 8 mil litros de fluido por hora através de uma tubulação com diâmetro de $\frac{3}{4}$ ". O acompanhamento de todo o processo foi feito através de equipamentos de medição de pressão (manômetro), vazão (rotâmetro), redução da seção do tubo (paquímetro). Verificou-se o desprendimento tanto de partículas superficiais do revestimento, quanto de reticulados com dimensões mais relevantes, contudo, devido a aderência irregular da camada parafínica de revestimento, houve considerável entrave em especificar a quantidade real de massa removida; sendo estimado um valor em função dos vazios de incrustação observados na tubulação.

Figura 16 - Esquema do projeto.



Fonte: (LIMA, 2010).

2.3.8. Revenda

- **Título da monografia:** Avaliação mercadológica do gás natural comprimido (MELO, 2007).
- **Autor:** Rossana Bezerra de Azevedo Vasconcelos Seabra de Melo.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O propósito desta monografia foi desenvolver uma avaliação mercadológica do negócio de distribuição do Gás Natural Comprimido (GNC), onde estão contemplados: o marco regulatório, os agentes de mercado e suas influências, as tecnologias envolvidas, os aspectos operacionais e logísticos e os riscos do negócio. O objetivo básico é subsidiar a tomada de decisão relativa ao posicionamento empresarial

sobre o negócio GNC. Foram analisadas questões do tipo: como o negócio GNC está estruturado; como o produto GNC interage com outros energéticos, principalmente, óleo diesel, gasolina, Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), álcool e óleo combustível leve. Os resultados levantados na época apontavam que: as reservas e a produção de gás natural têm crescido de forma consistente, o que sinaliza com um desenvolvimento sólido e sustentável para os diversos segmentos da indústria do gás natural, e ainda, os potenciais consumidores de GNC se concentram em três importantes setores industriais: fabricação de produtos alimentícios e bebidas (35%); preparação de couros e fabricação de artefatos, artigos de viagens e calçados (21%) e fabricação de artigos de borracha e plástico (11%). 90% das empresas pesquisadas estão dispostas a adotar o gás natural como energético. Deste total, 45,6% podem substituir mais de 50% do seu consumo energético.

- **Título da monografia:** Avaliação do ponto de névoa, fluidez e entupimento do óleo diesel combustível (MEDEIROS, 2004).
- **Autor:** Marina Áurea de Oliveira Medeiros.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia estudou a correlação das propriedades físico-químicas do óleo diesel combustível com intuito de avaliá-lo nas condições ambientais e na termodinâmica do motor diesel para propor novas formulações que melhorem seus índices. Foram selecionadas aleatoriamente 10 amostras de óleo diesel combustível do Estado do Rio Grande do Norte e 10 amostras do estado da Paraíba. As análises feitas foram: ponto de névoa, ponto de entupimento, destilação, densidade a 15 e 20/4.°C, teor de enxofre, índice de refração, índice de cetano, viscosidade, o ponto de fulgor e a cor do óleo diesel. Foi feita a análise do biodiesel da mamona puro, sendo que só foi possível obter resultados da densidade, cor, teor de enxofre, ponto de névoa, índice de refração e viscosidade. Após isso, foi selecionada uma amostra de óleo diesel e com essa amostra foi feita a mistura para 5,10 e 15% de biodiesel da mamona. Como resultado, observou-se que o óleo diesel com a maior densidade, possuiu um teor de enxofre, ponto de fulgor e índice de refração mais elevado e que das amostras analisadas, o diesel originário da Paraíba possui densidade maior, enquanto que os parâmetros de índice de cetano, ponto de névoa, fluidez e entupimento foram inferiores nessas amostras. Outra observação é que na maioria das amostras analisadas o ponto de névoa difere do ponto de fluidez em 2 °C, sendo o ponto de névoa menor. E o ponto de entupimento é muito próximo do ponto de névoa. Observou-se também que as amostras

do RN obtiveram um ponto de fulgor mais baixo em relação às amostras Paraibanas.

2.4. Meio ambiente

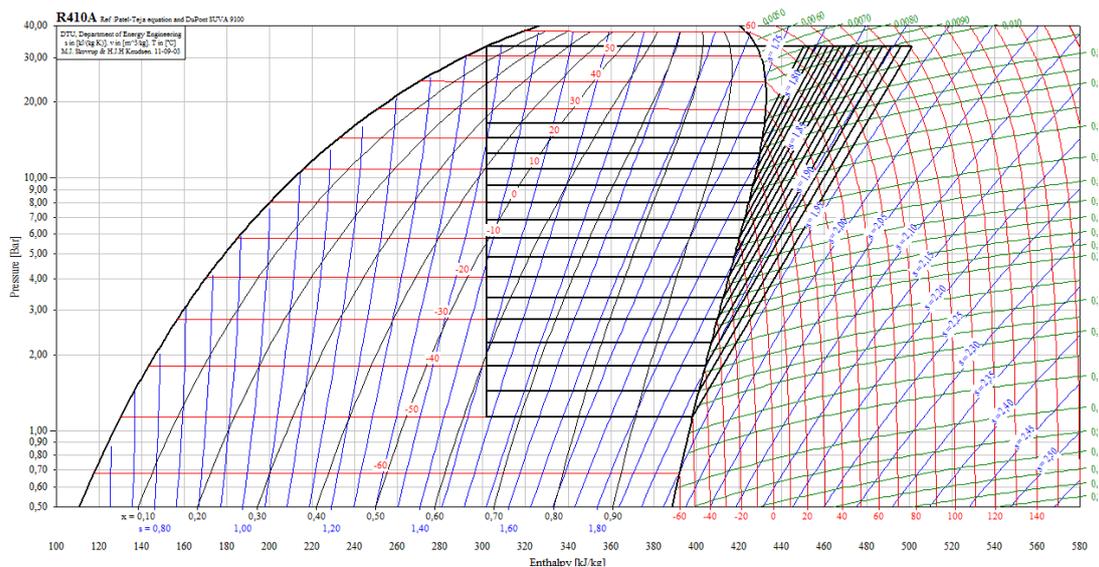
- 2.4.1. Estudo de processos geológicos recentes
- 2.4.2. Licenciamento ambiental
- 2.4.3. Gestão e regulação ambiental
- 2.4.4. Mapeamento da sensibilidade ambiental a derramamento de petróleo
- 2.4.5. Sensoriamento remoto e geoprocessamento
- 2.4.6. Diagnóstico ambiental
- 2.4.7. Modelagem ambiental
- 2.4.8. Monitoramento ambiental e avaliação de impactos

- **Título da monografia:** Índice de qualidade de água da lagoa de baixo contaminada com efluente da indústria de petróleo (FERNANDES, 2003).
- **Autor:** Manoel Reginaldo Fernandes.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Esta monografia teve o objetivo de determinar índices que possibilitem a classificação adequada da água contaminada quanto ao aspecto corrosivo, incrustante e a multiplicidade de espécies aquáticas. O estudo foi realizado na lagoa de baixo que recebe parte dos efluentes da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) do Pólo Industrial de Guamaré com a coleta de água de 20 estações, em duas profundidades que foram analisadas no laboratório para a determinação dos parâmetros que possibilitou a determinação dos índices de Larson e Langelier. Foi medida a alcalinidade total pelo método KAPP, teor de cloretos pelo método MOHR, teor de cálcio pelo método EDTA, foi medido pH, além de medidas de turbidez, condutividade e fosfatos dessa água estudada. Como resultado, obteve-se através do índices de Larson e Langelier que a água da lagoa apresenta características corrosivas incrustantes, sendo necessário um tratamento para redução dos sais.

- **Título da monografia:** Simulação da performance de um condicionador de ar operando com fluido refrigerante R-410A em substituição ao R-22 (FERREIRA, 2012).
- **Autor:** Thalís Igor Bezerra Ferreira.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.

- **Comentários:** Esta pesquisa teve objetivo de analisar, via simulação, aspectos da substituição de gases refrigerantes num sistema de condicionador de ar, avaliando temperaturas de evaporação e de condensação, grau de superaquecimento e grau de sub-resfriamento. Para a parte experimental, foi utilizado o software Coolpack, onde foram realizadas simulações para um ciclo de refrigeração por compressão de vapor de simples estágio considerando-se os fluidos refrigerantes R-22 e R-410A e comparando os valores de seus respectivos coeficientes de performance “COP”. Foi realizado um ciclo default, para efeito comparativo, assim as temperaturas do evaporador variaram numa escala de -50°C a 25°C com incremento de 5°C e a temperatura do condensador se manteve constante em 54°C . As perdas de pressão das linhas de sucção e descarga do compressor, as perdas de calor do compressor, as perdas de calor da linha de sucção e os graus de superaquecimento na saída do evaporador foram considerados nulos. Já As temperaturas do condensador variaram numa escala de 30°C a 70°C com incremento de 5°C e a temperatura do evaporador se manteve constante em 7°C . Outro resultado é a temperatura e a pressão crítica para o R-410A é 74°C e 51 bar e para o R-22 é 96°C e 49 bar. Por fim, o comportamento do R-410A se mostrou satisfatório e que alguns dos resultados obtidos vão ao encontro com os resultados de outros autores.

Figura 17 - Gráfico da pressão versus entalpia para a variação das temperaturas de evaporação do R-410A.



Fonte: (FERREIRA, 2012).

2.4.9. Avaliação e valoração de impactos ambientais

2.4.10. Remediação e recuperação ambiental

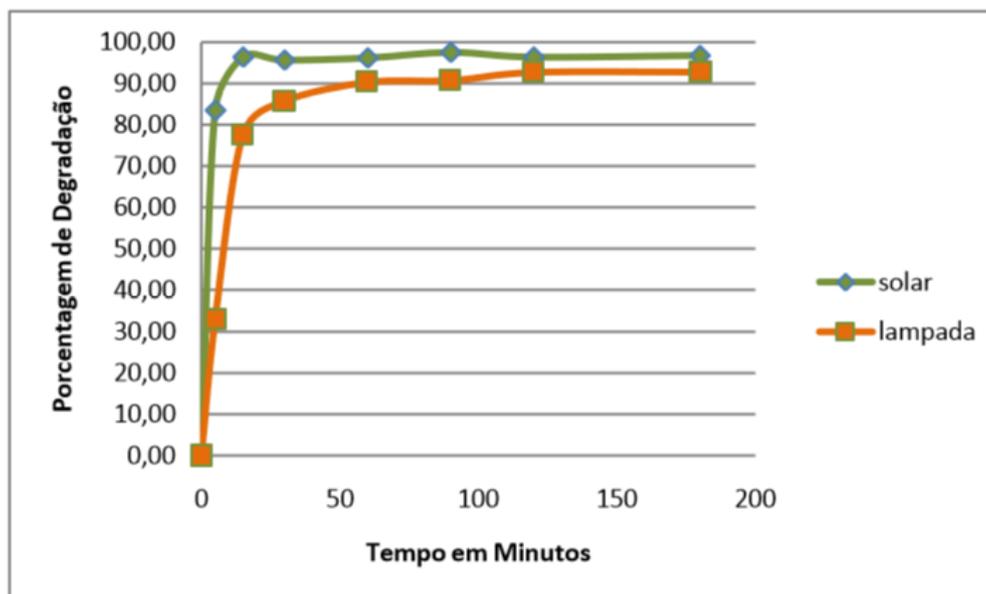
- **Título da monografia:** Remoção de metais da água de produção utilizando tensoativo. (MEDEIROS, 2013)
- **Autora:** Natália Moraes Medeiros.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O estudo a respeito da remoção de metais da água de produção utilizando tensoativo mostrou, pelos seus experimentos, que a extração de metais bivalentes pode ser feita através da ação de remoção de tensoativo aniônicos, pois formam complexos insolúveis em água causam precipitação e separação do meio. Foi verificado também que tanto o pH como a concentração de tensoativo no meio são variáveis que alteram a precipitação e extração de metais no meio, sendo assim necessário analisar em uma ação conjunta do pH com a concentração de tensoativo para a determinação de uma faixa de remoção mais restrita e ideal.

- **Título da monografia:** Remoção do óleo em água produzida por filtração em meio poroso utilizando tensoativo. (CÂMARA, 2013)
- **Autor:** Francisco Sarvio da Costa Câmara.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O trabalho concluiu que a utilização de tensoativo melhorou o processo de remoção do óleo na água, devido a formação de complexos lipossolúveis que sequestram as gotículas de óleo dispersas, promovendo assim a formação de agregados. Percebeu-se que existem uma relação entre a concentração de cálcio e a do tensoativo no processo de extração. Experimentos realizados descrevem uma faixa de concentração de tensoativo ideal, para a remoção do óleo na água de produção. Por final foi concluído que o processo de remoção do óleo em água utilizando tensoativo é mais eficiente que o de filtração, porém o processo de extração conjunto com o processo tradicional de filtração foi o que apresentou melhores resultados.

- **Título da monografia:** Estudo do tratamento fotoquímico da água de produção. (BORGES, 2009)
- **Autor:** Aécio Lopes Borges.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O presente trabalho mostrou resultados obtidos com um reator fotoquímico, utilizando uma fonte de radiação de baixo custo,

composto por quatro luzes fluorescente (black light) com a finalidade de tratar a água de produção. O processo estudado foi o sistema foto-Fenton, uma combinação de íons ferros, peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta visível, sendo aplicado na degradação de um efluente aquoso. Foram também realizadas reações de fotodegradação utilizando a luz do sol como fonte de energia. Concluiu-se que o processo foto-Fenton foi o mais eficiente dentre os processos estudados, obtendo índices de degradação de 92% da carga orgânica inicial (fenol). Porém a reação utilizando a luz solar como fonte de energia mostrou-se tão eficiente quanto a reação realizada pela luz negra. A versatilidade do reator e a possibilidade de se aliar a um tratamento biológico a um tratamento utilizando luz solar, como um mecanismo híbrido, possibilita uma recuperação e o reuso de água de produção.

Figura 18 - Desempenho do processo foto-Fenton no reator solar e no reator com lâmpada.



Fonte: (BORGES, 2009)

- **Título da monografia:** Tratamento de águas produzidas em campos de petróleo através de degradação fotoquímica de óleo utilizando um reator solar. (MOTA, 2002)
- **Autor:** André Luís Novais Mota
- **Área de concentração:** Engenharia Ambiental.
- **Comentários:** O enfoque do trabalho baseia-se na decomposição de peróxido de hidrogênio em meio ácido na presença de íons de ferro (Fe II),

sob irradiação ultravioleta visível, para a realização da reação de foto-Fenton, aplicado no tratamento de águas produzidas em campos petrolíferos, por meio da fotodegradação. Foram realizados experimentos de fotodegradação dos seguintes efluentes: fenol em meio aquoso, gasolina de refinaria e água de produção. Foi utilizado um reator solar do tipo filme descendente para a realização dos experimentos. Os melhores resultados foram obtidos pela análise cromatográfica das amostras, baseando-se na estimativa do teor de orgânicos totais. Foi observado no experimento um aumento significativo da temperatura que provocou um aumento da concentração de hidrocarbonetos em solução. Os experimentos realizados na presença de radiação solar e dos reagentes de Fenton (sistema foto-Fenton), revelaram uma competição entre dois efeitos, o efeito térmico favorecendo a dissolução dos compostos orgânicos em suspensão, aumentando o teor de hidrocarbonetos nas amostras e o efeito de degradação fotoquímica que tende a reduzir a carga orgânica, como desejado. Porém o efeito de foto degradação prevaleceu sobre o efeito térmico de dissolução sendo possível observar percentagens de degradação do petróleo remanescente bastante satisfatórias, indicando a viabilidade técnica deste tratamento.

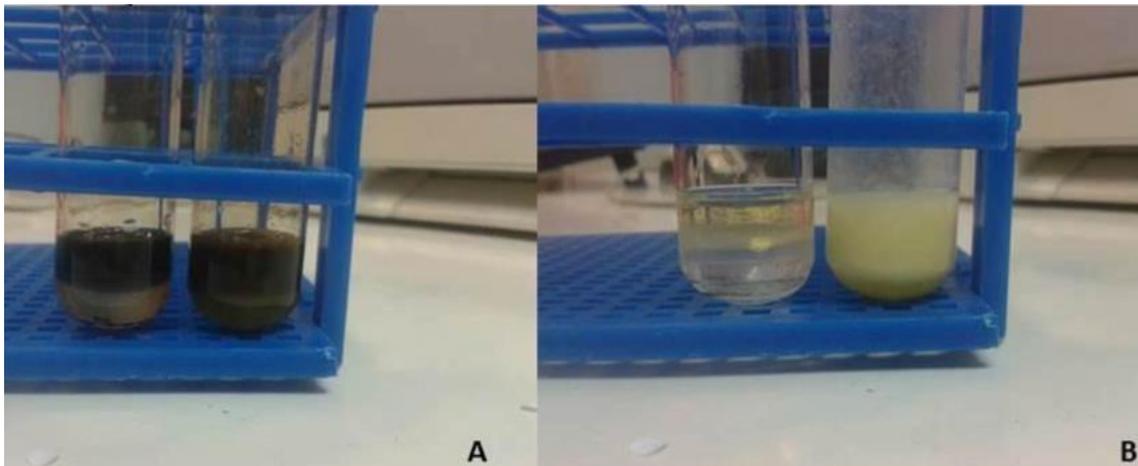
- **Título da monografia:** Estudo da viabilidade técnica para o aproveitamento da água associada à produção de petróleo utilizando a osmose reversa. (FRANÇA, 2004)
- **Autor:** Andressa Bezerra de França.
- **Área de concentração:** Engenharia Ambiental.
- **Comentários:** O estudo baseia-se no tratamento da água associada à produção de petróleo, por meio do uso da tecnologia de filtração por membranas (osmose reversa) para alcançar especificações necessárias, para que essa água possa ser descartada com segurança em superfície e sub-superfície, reinjetada no próprio poço com a finalidade de estimular a produção. Observou-se que associando a osmose reversa juntamente aos processos de tratamento convencionais obteve-se resultados tecnicamente viáveis para o aproveitamento da água associada à produção de petróleo.

- **Título da monografia:** Estudos de parâmetros hidrodinâmicos de uma coluna de flotação utilizada para o tratamento de águas produzidas de petróleo. (PATRICIO, 2006)
- **Autor:** Antonio Alberto Ribeiro Patricio.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.

- **Resumo:** O processo de flotação proposto nesse trabalho tem como finalidade reduzir os níveis de óleo em águas de produção de petróleo, tendo em vista à adequação da legislação vigente, diminuindo a poluição causada por esse efluente. A influência dos parâmetros hidrodinâmicos na remoção do óleo no processo de flotação como: diâmetro das bolhas de ar e vazão de borbulhamento foram estudadas e relacionadas a eficiência de remoção do óleo em função do tempo. Chegou-se à conclusão que a eficiência do processo é influenciada por dois parâmetros hidrodinâmicos: a área superficial das bolhas de ar e a vazão de ar injetada no sistema.

- **Título da monografia:** Análise da biodecomposição de óleo bruto através da *Pseudomona aeruginosa*. (CÂMARA, 2013)
- **Autora:** Jéssica Maria Damião de Arruda Câmara.
- **Área de concentração:** Engenharia Ambiental.
- **Comentários:** O estudo proposto visou a redução da contaminação de solos por hidrocarbonetos, por meio da utilização de microrganismos do gênero *Pseudomonas*, na recuperação de áreas contaminadas por combustíveis fósseis. O objetivo foi avaliar o potencial de biodegradabilidade do gênero pseudomonas em soluções contendo concentrações de óleo bruto e diesel. Foram realizados experimentos em quatro etapas. Primeiramente as bactérias foram desenvolvidas no solo e preservadas. Na segunda etapa, foi feita a análise do solo para identificação e quantificação do grupo. Em seguida ocorreu o desenvolvimento de bactérias adaptadas em erlenmeyers, para a determinação do crescimento, produção de biossurfactante e consumo de carbono. Por fim as *Pseudomonas* foram inoculadas em microcosmos contaminados com quantidades conhecidas de óleo bruto e diesel para a determinação de sua capacidade de bioremediação. Com o resultado dos experimentos foi possível concluir que o uso do grupo de bactérias *Pseudomonas* para a remediação de áreas contaminadas se mostrou um mecanismo capaz de remover uma alta porcentagem dos contaminantes do solo e ser bem mais eficaz que à atenuação natural.

Figura 19 - A) Controle e óleo bruto após emulsificação; B) Controle e diesel após emulsificação.

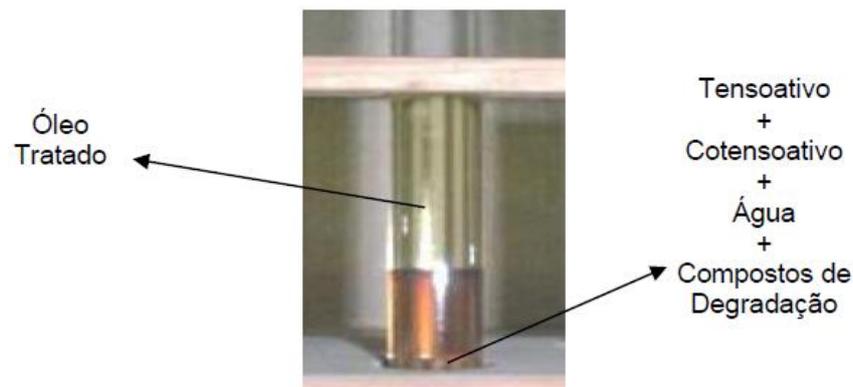


Fonte: (CÂMARA, 2013)

- **Título da monografia:** Novos sistemas microemulsionados aplicados na recuperação de óleos usados (LIMA, 2004).
- **Autor:** Wagner Luis Novaes de Lima.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Pesquisa com intuito de estudar e desenvolver sistemas microemulsionados para o processo de extração dos componentes de degradação do óleo lubrificante do tipo mineral para reutilizá-lo na sua função original. Foi construído um diagrama de fases do tipo pseudoternário através do software Grapher. A extração do óleo foi realizada pelo método do contato simples e à temperatura ambiente. O sistema em extração foi posto com razão de 4:1, sendo uma medida de microemulsão para quatro do óleo lubrificante usado, o sistema foi agitado e coletou-se a fase superior onde se encontra o óleo tratado e a fase inferior onde se encontram os compostos oxidados. As frações de óleos coletadas foram analisadas quanto à cor ASTM, por espectroscopia na região do infravermelho e por Índice de Acidez Total. Então foi feito o processo de re-extração com microemulsão, reduzindo os custos do sistema aproveitando todo o potencial de extração existente na microemulsão. Foram utilizados tensoativos com razão 2:1, Triton X114, Óleo de Coco Saponificado (OCS), Amida 60, Triton N101, Láuril Éter Sulfonato de Sódio (LESS), Nonil Fenol Etoxilado (NFE), Tensiofix PM, Tensiofix CS, Ácido Sulfônico, Tensiofix 8426, Tween 20 e Tween 80. Dentre estas amostras, apenas em duas não se obteve quantidade de refinado suficiente para submissão a análises, foram

Tween 20 e Tween 80. Os resultados de espectrometria de infravermelho revelaram que os tensoativos do grupo Triton obtiveram os melhores resultados e, entre os Triton, o X114 foi o que se saiu melhor, pois o diagrama de fases deste apresentou vasto domínio da região microemulsionada insaturada. A adição de soluções ácidas, alcalinas e salinas foi ineficaz no processo de tratamento do extrato e a recuperação da microemulsão através da diminuição da temperatura se mostrou eficiente em temperaturas abaixo de 15 °C.

Figura 20 - Extração de compostos de degradação por microemulsão.



Fonte: (LIMA, 2004).

- **Título da monografia:** Estudo de sistemas microemulsionados para remediação de solos contaminados com óleo Diesel (ARAÚJO, 2004).
- **Autor:** Valdêmia Silva de Araújo.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O objetivo desse estudo foi aplicar e avaliar o desempenho do tensoativo de óleo de algodão e sistemas microemulsionados obtidos como agentes lavantes para remoção de óleo diesel em solos contaminados. Para procedimento experimental, utilizou-se um tensoativo, obtido através do processo de saponificação do óleo de algodão da marca salada especial. Após isso a concentração micelar crítica foi efetuada através de tensiômetro, foi feito teste de solubilidade e obtenção do sistema microemulsionado, compostos por quatro constituintes, ou seja, tensoativo (OAS), cotensoativo (butanol), fase aquosa (água destilada) e fase oleosa (óleo diesel). Manteve-se a relação cotensoativo/tensoativo (matéria ativa) constante para que a representação pudesse ser feita em

diagramas pseudoternários. O solo foi caracterizado, com medições de densidade, textura, pH, umidade, granulometria e capacidade de retenção de água. Foi utilizada diversas microemulsões óleo-em-água, água-em-óleo e bicontínuas. O desempenho foi avaliado medindo o teor de óleos e graxas antes e após a aplicação do sistema de tratamento. Em relação à textura do solo, os resultados mostrados evidenciaram um maior teor de areia fina e areia média, cerca de 80% do teor total, o que confirma que o solo é de aspecto arenoso. Os três sistemas apresentaram região de microemulsão bem definida.

- **Título da monografia:** Desenvolvimento de um sistema híbrido de destilação solar para tratamento de água produzida (RAMOS, 2009).
- **Autor:** Rafael Eugênio Moura Ramos.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O objetivo principal desse trabalho foi realizar a destilação solar da água de produção para remoção de sais e contaminantes da mesma, utilizando um sistema híbrido com pré-aquecimento solar. O sistema solar é composto de um sistema de pré-aquecimento solar (aquecedor solar) e do destilador solar. A água que alimenta o sistema de pré-aquecimento origina-se de uma caixa d'água e o destilador solar recebe a água do boiler (pré-aquecida) e é o equipamento responsável pelo tratamento da água de produção. Foram medidas as temperaturas no boiler, na caixa d'água, no destilador e no ambiente, além de obtenção das temperatura, radiação e precipitação do ambiente com dados do INPE. O sistema foi otimizado melhorando-se o isolamento térmico das tubulações, envolvendo-as com espuma de poliuretano, revestidas com fita reflexiva de alumínio, as conexões e tubulações foram trocadas por material cobre, entre outras melhorias. Os experimentos demonstraram que o sistema de pré-aquecimento solar é eficiente no aquecimento de água, tanto de água comum como de água salobra, ou água produzida, onde o fluido atingiu temperaturas próximas a 70°C nos dias de maior radiação solar, e temperaturas próximas a 50 °C em dias com pouca radiação. Além disso, o reservatório térmico do aquecedor solar (boiler) apresentou uma pequena variação de temperatura para dias consecutivos. Como a faixa de temperatura da destilação solar se encontra entre 40 °C e 70 °C, o pré-aquecimento é adequado. As análises físico-químicas realizadas comprovam a eficácia da destilação solar para tratar águas salinas. E a análise de TOC no equilíbrio L-V da água produzida indica maior concentração orgânica no vapor, mas não se chegou a uma viabilidade técnica ou financeira com relação a produtividade do sistema solar.

Figura 21 - Interior do destilador com medição das temperaturas do líquido e do vapor.



Fonte: (RAMOS, 2009)

- **Título da monografia:** Evaporação solar de água produzida de petróleo (SANTOS, 2008).
- **Autor:** Rogério Pitanga Santos.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** O estudo de conclusão de curso consistiu em estudar um sistema de destilação solar de água produzida e sua melhor configuração para tratamento de vazões moderadas de água de produção, que junte alta produtividade, boa eficiência energética e baixo custo. Foram adquiridos alguns equipamentos para viabilizar o sistema, como reservatório térmico, destilador, malhas de controle para o sistema, os dados de radiação solar foram obtidos junto ao INPE. A variável controlada no sistema foi o nível de água no destilador. Foram realizados experimentos no aquecedor solar. Os fluidos utilizados foram a água comum de torneira e uma solução salina de 1000 ppm de NaCl, foram realizados vários experimentos, em dias seguidos, obtendo-se radiação solar média e medindo-se a temperatura no boiler. Os experimentos com o aquecedor solar demonstraram que o mesmo é eficiente no aquecimento de água, seja esta água comum ou solução aquosa salina, com o fluido atingindo temperaturas próximas a 70 °C nos dias de maior radiação solar, e temperaturas próximas a 50 °C em dias com pouca radiação solar. A faixa de temperaturas atingidas pelo aquecimento é satisfatória nesse sentido, já que a faixa de temperaturas na destilação

solar se encontra entre 40 a 70 °C. O pré-aquecimento viabiliza a operação semi-contínua do destilador, com controle do nível da água.

Figura 22 - Destilador solar.



Fonte: (SANTOS, 2008).

- **Título da monografia:** Estudo de vias biotecnológicas aplicadas à tecnologia de petróleo (ARAUJO, 2002).
- **Autor:** Manuelle Meike Silva de Araujo.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Nesta monografia foi isolado microrganismos de poços de petróleo e selecionou-se, dentre os isolados, os produtores de biosurfactantes para formação de um banco de culturas com potencial aplicação na recuperação avançada de óleo e no tratamento de acidentes ambientais. As coletas foram realizadas nas cabeças dos poços na região de Açu, utilizando-se frascos estéreis de 500mL. Após a válvula aberta por alguns segundos, as amostras foram coletadas e transportadas à temperatura ambiente para o laboratório. O início do isolamento foi realizado após, aproximadamente, 24 horas. Para cultivo de enriquecimento, foram utilizados os seguintes meios: Meio de sacarose, MS enriquecido com Sacarose, NaCl, (NH₄)SO₄, MgSO₄.7H₂O, EDTA, MnSO₄.H₂O, FeSO₄, CaCl₂, CoCl₂, ZnSO₄. Meio de melão, MM enriquecido com Melão, Extrato de levedura, KH₂PO₄, NaCl. Foram feitos testes de produção de biosurfactantes, tensão superficial, biomassa e consumo de substrato. O isolamento de microrganismos nas duas coletas mostrou uma diversidade microbiana moderada, onde foi possível verificar a ocorrência de bactérias do gênero Bacillus, bactérias cocoides, bactérias Gram-negativas e um mesmo gênero de fungo filamentoso. Vale ressaltar

que identificou-se um conjunto de microrganismos bons produtores de biosurfactantes. Em cultivos submersos com meio contendo sacarose e sacarose-petróleo, verificou-se um bom desempenho da cepa testada, bem como observou-se um bom indicativo da presença de biosurfactante no ensaio com meio sacarose-hidrocarboneto.

- **Título da monografia:** Análise comparativa entre extratantes utilizados na determinação da eficiência de separação óleo/água em um extrator líquido-líquido à inversão de fases através do método espectrofotométrico (MORAES, 2005).
- **Autor:** Norberto Araujo de Moraes.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este trabalho tem como objetivo fazer um estudo comparativo entre os extratantes: aguarrás, hexano e clorofórmio baseado no método espectrofotométrico. O extratante atualmente utilizado no cálculo da eficiência de separação do Misturador-Decantador à Inversão de Fases (MDIF) é o clorofórmio. A partir de um tanque de agitação de 100 L de água de formação com concentração medida de 20ppm, foram adicionados seqüencialmente petróleo para as seguintes concentrações: 50 e 100ppm. Para cada concentração, 20, 50 e 100ppm, foram retiradas 3 amostras de 1L sendo uma para cada método analítico a ser analisado. Em cada amostra foi adicionada 120 mL do extratante (aguarrás, hexano ou clorofórmio para sua respectiva análise) e feita uma vigorosa agitação, para uma maior extração do petróleo da fase aquosa para a fase orgânica. Como resultado chegou-se que o hexano pode substituir o clorofórmio, pois é viável economicamente. Ainda obteve-se que as curvas de calibração, de petróleo aguarrás e petróleo em hexano, apresentaram um excelente coeficiente de correlação (R²), demonstrando uma provável utilização do método a ser implantado. O método de Espectrofotometria com hexano demonstrou ser um método aplicável a partir dos resultados obtidos.

- **Título da monografia:** Avaliação da viabilidade do sisal como sorvente de óleo (SEGUNDO, 2011).
- **Autor:** Paulo de Oliveira Segundo.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** A monografia teve objetivo de avaliar a afinidade oleofílica de diversos grupos de fibras de sisal, caracterizar a fibra após o tratamento e avaliar o óleo utilizado neste experimento. As fibras foram

constantemente submetidas em soluções de hidróxido de sódio e ácido sulfúrico, ambas 0,5N. Amostras iniciais de 1,72g de sisal foram submersas em NaOH 0,5N e 1,36g de sisal foram submersas em H₂SO₄ 0,5N. Depois de 5 dias em solução, foram retiradas e devidamente aquecidas a cerca de 100°C por 45 min. No dia seguinte, foram aquecidas a cerca de 75°C por 50 min e, em seguida, foram pesadas. Verificou-se o tempo se sorção de biodiesel e foi feita comparação com a fibra tratada e a não tratada, ainda se estudou a influência do uso de tensoativos. Como resultado foi obtido que a fibra do sisal sem nenhum tratamento prévio não é a forma ideal de usar como filtrante de óleo, visto que a química da celulose favorece a sorção de água através de pontes de hidrogênio. Mas tratamentos simples e com preço baixo podem criar relativamente boa afinidade por óleo. As fibras acetiladas podem aumentar entre 4 a 5 vezes o seu peso. Por fim, verificou-se que os tratamentos duplos não aumentaram a eficiência da fibra.

- **Título da monografia:** Estudo da captura de óleo em uma coluna de flotação utilizada para o tratamento de água produzida (SILVA, 2007).
- **Autor:** José Hilton da Silva.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Este trabalho descreve o estudo da influência do tensoativo óleo de coco saponificado (OCS) em um processo de flotação utilizado para o tratamento de efluentes oleosos provenientes da indústria do petróleo. Para este fim foram preparadas emulsões óleo/água por agitação mecânica com concentração de 50, 100, 200 e 400 ppm, e determinou-se a concentração ótima de tensoativo para cada uma das emulsões. Estas emulsões são estáveis em um período de 8 horas, logo a cada experimento preparou-se a amostra com concentração de óleo desejada. A vazão de borbulhamento foi fixada em 700 cm³.min⁻¹. Esta é a vazão ótima de operação da coluna que foi determinada em estudos anteriores. A coluna opera em batelada com um volume 1500 ml. Verificou-se com este estudo que o aumento da concentração de tensoativo OCS no processo, para uma emulsão com uma determinada concentração inicial de óleo, não acarreta em maior eficiência na remoção de óleo. Ou seja, existe uma concentração ótima de tensoativo para cada emulsão. Foi constatado ainda que a cinética de remoção de óleo para este sistema segue um modelo de 1ª ordem.

- **Título da monografia:** Análise da biodecomposição de óleo bruto através da pseudomona seruginosa (CÂMARA, 2013).

- **Autor:** Jéssica Maria Damião de Arruda Câmara.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Esta monografia objetivou analisar a capacidade de biorremediação dos solos contaminados com óleo bruto e seus derivados através da *Pseudomona aeruginosa*, além de desenvolver uma cepa bacteriana do gênero *Pseudomonas* adaptada à degradação de compostos hidrocarbonados, e ainda, avaliar o potencial de crescimento, produção de biosurfactante e de consumo de carbono da bactéria desenvolvida. A amostra de petróleo utilizada foi coletada no campo de Fazenda Belém que localiza-se na porção noroeste da Bacia Potiguar emersa. Sabendo que o solo é um dos habitats natural de *Pseudomonas aeruginosa*, utilizou-se 1,5 kg de areia, a qual foi acondicionada em bandejas plásticas, como mostrado na figura 5, e enriquecida com uma solução petróleo/diesel de 2,5 g/L, de modo que ficassem com uma concentração de 2% v/m. O solo também foi umedecido com uma solução nutritiva com a seguinte composição: KH₂PO₄ 0,36 mg/L; MgSO₄ 0,120 mg/L; CaCl₂ 0,110 mg/L; NH₄NO₃ 0,080 mg/L e MgNO₃ 0,086 mg/L; também foi utilizada uma concentração de 2% v/m. As colônias desenvolvidas foram repicadas e transferidas para um pré-inóculo com uma solução nutriente de peptona 2% em massa, onde permaneceram no shaker em agitação de 200 rpm e 30 °C durante 24 horas. Após essa etapa, as bactérias já estavam preparadas para os ensaios. Foram feitas determinações analíticas como: concentração celular, produção de biosurfactante, consumo de carbono e capacidade de emulsificação. Foi possível concluir que a utilização da bactéria *Pseudomona aeruginosa* no processo de biodecomposição de óleo bruto é um método promissor, pois a cepa microbiana desenvolvida em solo contaminado pelo hidrocarboneto apresentou resultados positivos tanto no consumo de carbono, quanto na produção do biosurfactante ramnolipídeo. Melhores resultados foram apresentados com o aumento da concentração do substrato, pois garantiu uma fonte de carbono suficiente para manter o crescimento da bactéria e não provocar o consumo do próprio produto, no caso o biosurfactante.

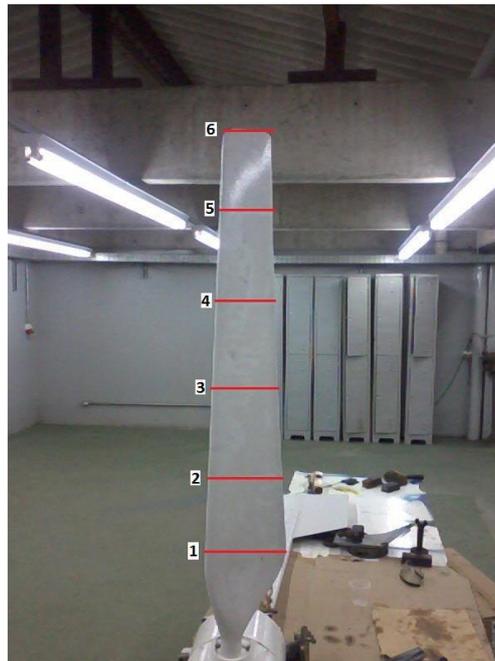
2.4.11. Banco de dados ambientais

2.4.12. Educação ambiental

- **Título da monografia:** Compósito de Poliuretano à Base de Óleo de Mamona e PET para Pás de Aerogerador de Pequeno Porte (PRAXEDES, 2014).
- **Autor:** Kelvin da Cruz Praxedes.

- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** Essa monografia teve por objetivo desenvolver um compósito a partir de materiais biodegradáveis e reciclados que possam ser utilizados na fabricação de pás de aerogerador de pequeno porte para fins de utilização caseira, e na substituição do óleo diesel que é utilizado nas sondas de perfuração de petróleo. O trabalho foi dividido em duas partes, sendo uma delas a determinação do tipo de asa a ser utilizada e seus parâmetros, que foram determinados a partir das pesquisas bibliográficas e de um aerogerador fabricado na Alemanha, trabalhou-se com o tipo de perfil (côncavo-convexo) aerodinâmico comercial NACA 6409. A outra parte se trata do estudo do compósito desenvolvido, composto de um poliuretano a base de óleo de mamona e PET reciclado. O PET foi obtido a partir de garrafas recicladas, onde estas foram, inicialmente, cortadas em filetes de espessura de aproximadamente 2 mm com ajuda de um fatiador de garrafas PET desenvolvido no laboratório. Após fatiado, as tiras de PET foram cortadas em pedaços e peneiradas para que se obtivesse as dimensões desejadas. Os corpos de prova foram fabricados utilizando a proporção de 1,63:1 de polioliol para prepolímero, conforme fabricante. O processo de fabricação consistiu em misturar o polioliol e o prepolímero junto com o PET em um recipiente com formato e dimensões bastante similares ao desejado para o corpo de prova. As quantidades utilizadas para essa fabricação foram de 62g de polioliol e 38g do pré-polímero. Para a realização dos ensaios de densidade foi utilizado o Densímetro Digital DSL910 da GEHAKA. Antes da realização do ensaio, os corpos de prova foram levados à estufa, onde permaneceram durante 4 horas a uma temperatura de 60°C. O ensaio mecânico de tração dos compósitos e da resina de poliuretano foram realizados segundo a norma ASTM D638-10, em uma máquina SHIMADZU, modelo Autograph AGX 300 kN, com uma velocidade de tração igual a 5 mm/min. Com relação à aerodinâmica da pá, o perfil NACA 6409 possui as melhores características para utilização nos aerogeradores. Suas dimensões de comprimento de corda e espessura foram definidas a partir de uma pá utilizada para fins parecidos com o desejado. O ensaio de densidade mostrou que essa propriedade aumenta a medida que se acrescenta mais reforço no material em estudo. Dessa forma, o reforço preenche uma quantidade de vazios presentes no poliuretano. O ensaio de tração que o poliuretano puro possui melhores propriedades mecânicas que os compósitos com reforço de PET, e que quanto maior for a quantidade de reforço adicionado ao poliuretano, menos resistente ele se torna.

Figura 23 - Locais indicados na pá onde as medições foram realizadas.



Fonte: (PRAXEDES, 2014)

- 2.4.13. Dutovias e meio ambiente
- 2.4.14. Emissões atmosféricas
- 2.4.15. Avaliação de risco

2.5. Biocombustíveis

- 2.5.1. Aproveitamento de resíduos e co-produtos das cadeias de biocombustíveis

- **Título da monografia:** Avaliação do desempenho e das emissões de um motor ciclo diesel utilizando sistemas; diesel/água/biodiesel/óleo vegetal. (UCHÔA, 2013)
- **Autor:** Igor Micael Alves Uchôa.
- **Área de concentração:** Engenharia Mecânica.
- **Comentários:** O estudo realizado mostrou dissoluções em variadas concentrações, de glicerina e água juntamente com tensoativo (Renex 50) em diesel. O estudo poderia evidenciar uma menor emissão de poluentes e uma redução de custo no preço do combustível com a adição de aditivos de baixo valor agregado, porém a avaliação de desempenho não foi realizada, não chegando assim a um resultado conclusivo.

- **Título da monografia:** Avaliação das propriedades físico-químicas de sistemas de diesel aditivados com óleo vegetal. (MARTINS, 2011)
- **Autora:** Angélica Mara de Góes Martins.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Resumo:** O trabalho apresenta um estudo das propriedades físico-químicas, análise das emissões e curva de potência de sistemas de diesel aditivado com óleo vegetal, com o intuito da concepção de uma formulação à base diesel aditivado com biodiesel e óleo vegetal, contando com que as propriedades analisadas e o comportamento do motor estivessem dentro dos requisitos requeridos pela legislação. Os dados experimentais mostraram que ao aumentar a quantidade de óleo vegetal nas misturas, há um aumento na densidade e na viscosidade dos sistemas. Testes de corrosividade e ponto de fulgor mostraram que os sistemas estão dentro da especificação para o combustível diesel. Os sistemas aditivados revelaram-se promissores como combustíveis alternativos, pois ajudam na redução de emissões de dióxido de carbono, já que parte de sua composição é derivada de uma fonte renovável e se enquadraram nas especificações para combustíveis diesel da ANP.

2.5.2. Produção de etanol

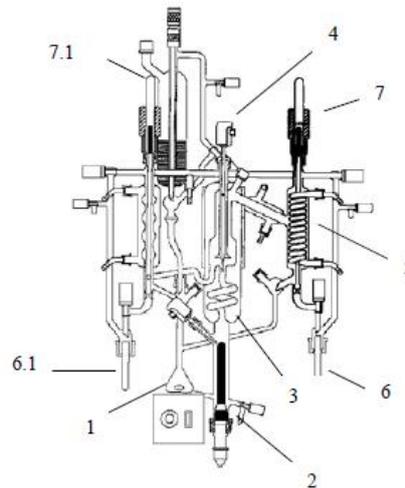
2.5.3. Produção de bioquerosene de aviação

2.5.4. Desenvolvimento de processos de produção de biodiesel

- **Título da monografia:** Determinação de dados de equilíbrio líquido-vapor para sistemas álcool + éster encontrados no processamento do Biodiesel (NASCIMENTO, 2005)
- **Autor:** Yuri Corsino do Nascimento
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Esta monografia teve como objetivo determinar os dados de equilíbrio líquido-vapor/gás (ELV/G) em amplas faixas de temperatura e pressão, relacionados à análise e caracterização de frações pesadas do petróleo usando dados de equilíbrio de fases, utilizado para separação, absorção extração e destilação. Para tanto, as medidas de equilíbrio líquido-vapor foram realizadas em um sistema Fischer, onde os dados de equilíbrio foram obtidos em termos de pressão, temperatura e composição das fases líquida e vapor. Ao final do processo, amostras da fase líquida e vapor foram retiradas e analisadas através de cromatógrafo e densímetro, para determinar as respectivas composições. Como resultados, determinou-se a pressão de vapor e densidade das substâncias puras, com resultado satisfatório e próximo aos valores tabelas, observou-se ainda a precisão dos

dados de equilíbrio líquido-vapor para o sistema acetato de etila(1) + etanol(2), obtidos através do ebuliômetro Fischer, apresentaram um ótimo teste de consistência termodinâmica dos desvios. Os dados e os parâmetros de interação obtidos através dos mesmos para um modelo termodinâmico são importantes para a simulação dos processos de interesse.

Figura 24 - Ebuliômetro Fischer utilizado no procedimento experimental.



Fonte: (NASCIMENTO, 2005)

- **Título da monografia:** Quantificação de lipídios para produção de biocombustíveis a partir do cultivo da microalga *Isochrysis Galbana* (PROCÓPIO, 2012).
- **Autor:** Zaniel Souto Dantas Procópio.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia teve por objetivo analisar as variáveis que influenciam nos níveis de produção de lipídios obtidos da microalga *Isochrysis galbana* e definir assim, suas capacidades de produção de biocombustíveis, considerando suas propriedades de biofixação de CO₂. Os experimentos realizados tiveram o intuito de analisar o comportamento da microalga *Isochrysis Galbana* a partir de condições de estresse, com variações das quantidades de nitrato e fosfato. O desempenho da microalga foi avaliado através de testes de quantificação de hidrogênio, carbono e nitrogênio presentes na biomassa, por meio também da quantificação da capacidade de produção de lipídios e pelo ganho de biomassa, todos os experimentos foram realizados com a injeção de CO₂ no meio a 0,05 volume de CO₂/volume de ar. O meio de cultivo foi CuSO₄.5H₂O 0,1g, ZnSO₄.7H₂O 0,2 g, CoCl₂.6H₂O 0,1 g, MnCl₂.4H₂O 1,8 g, Na₂EDTA 0,436 g e FeCl₃ 6H₂O

0,315 g. Foram feitos inoculos iniciais do meio com aproximadamente dez milhões de células/ml; Manutenção diária dos nutrientes sob condições específicas de estresse; Coleta diária de amostra para quantificação do HCN (hidrogênio, carbono e nitrato); Contagem diária da cultura, realizado em microscópio; Aumento de 0,03 para 0,05 a injeção de volume de CO₂ por volume de ar no dia 1; Coleta de 200 ml de meio nos dias 3 e 6 para quantificação de produção de lipídios; Coleta de 1 ml de meio para peso seco nos dias 3 e 6. Como resultado considera-se a microalga um organismo apropriado a ser inserido no mercado como uma alternativa economicamente e ambientalmente mais viável em relação às oleaginosas e outras fontes de biocombustível, como é o caso do etanol. Os resultados demonstrados neste trabalho confirmam esta capacidade de produção de lipídeos, e ainda demonstram o comportamento característico da microalga em alguns ambientes de hostilidade nutricional. Neste caso, foi obtido êxito no experimento.

- **Título da monografia:** Obtenção de novos antioxidantes aplicados no biodiesel (BEZERRA, 2010).
- **Autor:** Ítalla Medeiros Bezerra.
- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Essa monografia sintetizou e analisou a atividade antioxidante de dois novos compostos, utilizando como material de partida um produto de origem natural e outro de origem sintética: o AOC1 ou 2-(N-etil,N-etilamino)-pentadecilfenol, derivado fenólico do LCC (líquido da castanha de caju) com substituições alquil/aminados e o AO3 ou amino-b-naftol, composto derivado do b-naftol, sendo ambas as matérias-primas alvo de interesse nesta área de estudo devido a elevada estabilidade química dos mesmos. O biodiesel utilizado foi obtido através da reação de transesterificação via rota etílica do óleo de soja que, depois de especificado, foi aditivado em diferentes concentrações e submetido ao envelhecimento através de aquecimento constante a 110 °C, durante uma semana, sendo retiradas alíquotas periodicamente e analisadas quanto ao grau de corrosão através da medida do índice de acidez e índice de peróxido, principais propriedades físico-químicas afetadas pelo processo oxidativo.

- **Título da monografia:** Formulação e caracterização de combustível base diesel aditivado com glicerina (SOUZA, 2014).
- **Autor:** Iane Maiara Soares de Souza.

- **Área de concentração:** Engenharia Química.
- **Comentários:** Esse trabalho teve como objetivo utilizar a glicerina como aditivo para o biodiesel com o intuito de promover a redução de seus poluentes sem afetar sua eficiência. Foram utilizados 6 (seis) tipos de tensoativos não iônicos, com o intuito de reduzir os resíduos no motor após a explosão do combustível, água e diesel S10 B5. Para o preparo das soluções foram usados um agitador magnético, uma balança analítica digital e uma barra magnética. Inicialmente foi determinado o ponto de solubilidade máxima da mistura diesel/água ao tensoativo. Nesse teste foram adicionados pequenas porções do tensoativo ao sistema bifásico água - tensoativo (turvo), até observar o desaparecimento do efeito da turbidez. Em seguida, foi preparada uma outra solução com diesel comercial (S10) e 3% da solução de tensoativos. Foi escolhido adicionar 3% do tensoativo devido a estudos anteriores. Com o estudo e a escolha do tensoativo foram formulados 3 tipos de diesel, pelos quais receberam a denominação de Caso 1, Caso 2 e Caso 3. Foram feitas análises de viscosidade, poder calorífico e corrosividade. A incorporação do glicerol ao diesel é capaz de ser realizada através de microemulsões. Usando o tensoativo adequado, que esse caso foi o Tens 2 e a solução TensX+TensY, o volume de glicerina adicionado pode ser acentuado consideravelmente. Também se notou que o comportamento do S10 frente a essa aditivação é não linear, ou seja, aumentando a proporção de tensoativo pode aumentar ou não a proporção de glicerol ou solução de glicerol adicionado.

2.5.5. Matérias primas

2.5.6. Uso de biocombustíveis

2.6. Direito, economia, energia, gestão e regulação

Não foram desenvolvidas pesquisas nessa grande área no Programa de Recursos Humanos 14 (PRH-14).

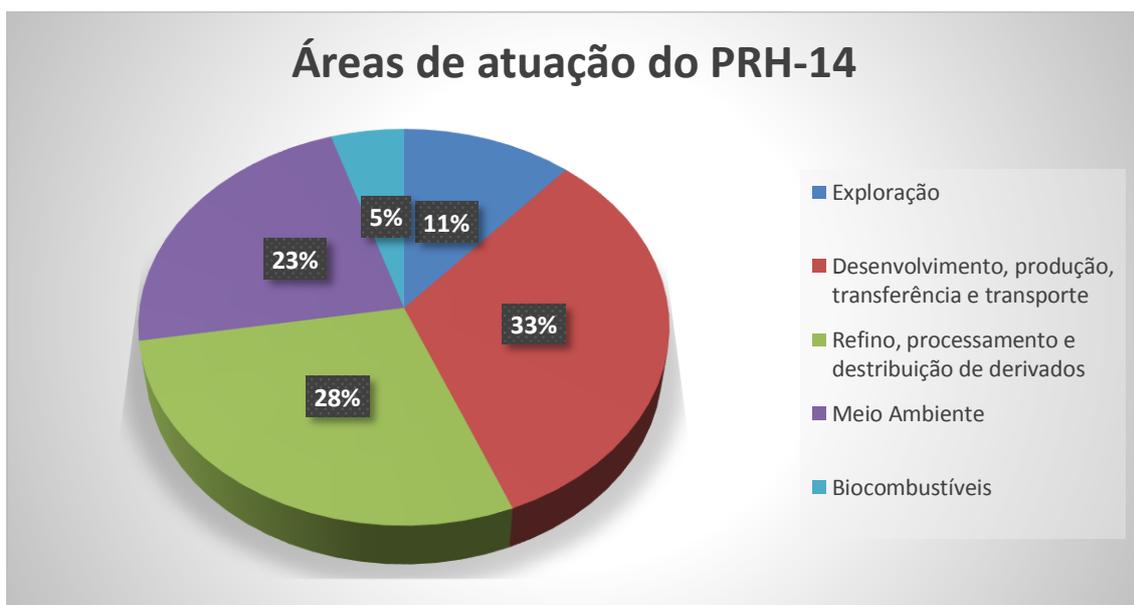
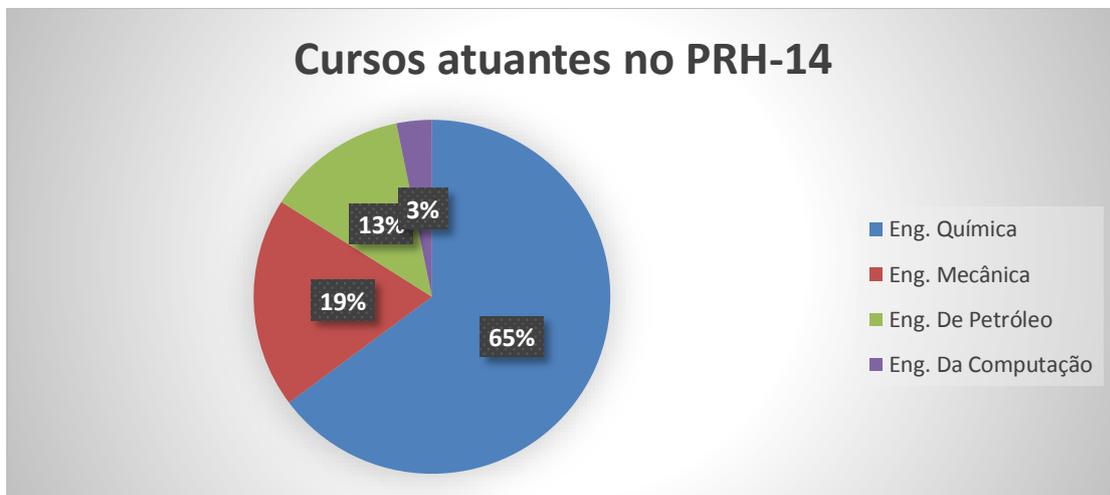
Essa área é foco de estudo do PRH-36 da UFRN, que tem como título: Programa de Recursos Humanos em Direito do Petróleo e Gás Natural.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3. Resultados e discussões

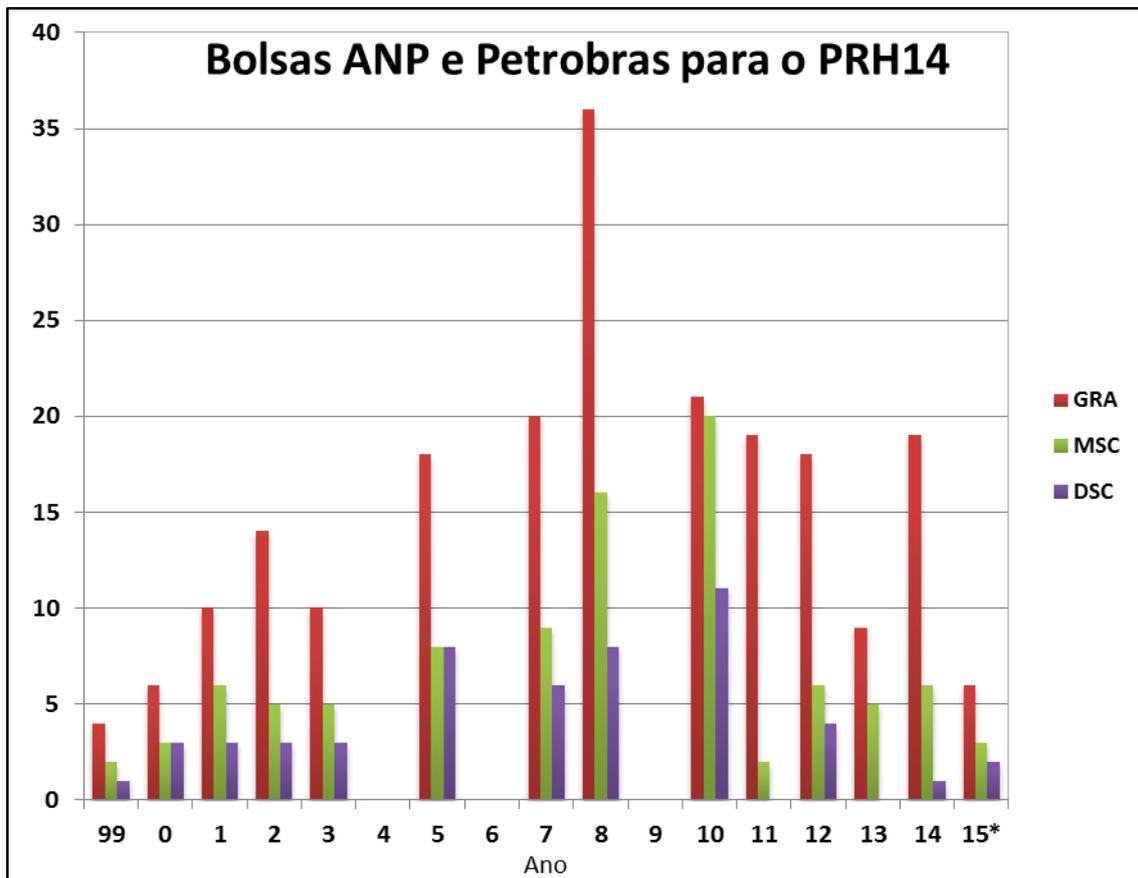
Com base nas monografias classificadas, foi possível verificar que o curso de graduação que obteve a maior participação no Programa de Recursos Humanos 14 foi o de Engenharia Química em contra partida o curso de menor atuação foi o de Engenharia de Petróleo. Foi também possível verificar que a área de maior atuação do PRH-14 foi na área de Desenvolvimento, produção, transferência e transporte. A área de menor atuação do PRH-14 foi a de biocombustíveis.

Os gráficos abaixo mostram de forma clara o resumo dos cursos e áreas que participaram do programa de Recursos Humanos 14, da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.



Dados da ANP mostram graficamente as bolsas concedidas de 1999 a 2015.

Tabela 3 - Bolsas ANP e Petrobras para o PRH-14



4. CONCLUSÃO

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que, o Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 14 (PRH-14), mostrou-se uma iniciativa de grande valia, pois tem desenvolvido, em quase sua totalidade, pesquisas relevante e de real utilidade e aplicação na área do petróleo e gás, trazendo desenvolvimento, redução de custos e evolução em procedimentos decorrente da demanda industrial do setor petrolífero.

A proposta de mapeamento e classificação das monografias de conclusão de curso, foram realizadas com sucesso, facilitando a pesquisa de monografias realizadas no PRH-14, assim como servindo como um documento explicativo e com todo histórico de atividades no PRH-14 na área de monografias desde 1999 até 2014.

5. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como recomendações para trabalhos futuros podemos destacar:

- ✓ Mapeamento e classificação de dissertações de mestrado realizadas no PRH-14.
- ✓ Mapeamento e classificação de teses de doutorado realizadas no PRH-14.
- ✓ Pesquisas desenvolvidas no Rio Grande do Norte na área de direito, economia, energia, gestão e regulação (PRH-36).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP. **Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis**. Disponível em <www.anp.gov.br>. Acesso em 15 de novembro de 2014.

NUPEG. **Núcleo de Ensino e Pesquisa em Petróleo e Gás**. Disponível em <www.nupeg.ufrn.br>. Acesso em 15 de novembro de 2014.

LIRA, G. S. L. **Estudo preliminar da deposição de filmes duros por plasma em insertos de metal duro**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

COSTA, S. E. D. **Recuperação avançada do petróleo em meio poroso através de soluções poliméricas**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

ROSALES, B. B. **Análise e modelagem reológica da interação de sistemas poliméricos**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

CUNHA FILHO, F. J. V. **Obtenção de microemulsão utilizando nonilfenoletoxilado, empregada na preparação de um fluido de perfuração base óleo: avaliação das propriedades reológicas**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

RIBEIRO, K. S. B. **Construção de dinamômetro para avaliação de carregamentos na manufatura de componentes para a indústria do petróleo**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

DANTAS, A. C. **Obtenção de emulsões asfálticas modificadas com vermiculita**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

MEDEIROS, N. M. **Remoção de metais da água de produção utilizando tensoativo**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

CÂMARA, F. S. C. **Remoção do óleo em água produzida por filtração em meio poroso utilizando tensoativo**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

UCHÔA, I. M. A. **Avaliação do desempenho e das emissões de um motor ciclo diesel utilizando sistemas; diesel/água/biodiesel/óleo vegetal.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

BORGES, A. L. **Estudo do tratamento fotoquímico da água de produção.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

PINHEIRO FILHO, A.M.P. **Implementação de um preditor neural no ambiente industrial Foundation Fieldbus.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia de Computação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

GONÇALO, A.N. **Estudo da eficiência de novos aditivos na gasolina através da cromatografia gasosa.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

SOARES, A.P.J. **Obtenção e estudo das propriedades de novas formulações de fluidos de corte microemulsionados.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

MOTA, L.N.M. **Tratamento de águas produzidas em campos de petróleo através de degradação fotoquímica de óleo utilizando um reator solar.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2002.

FRANÇA, A.B. **Estudo da viabilidade técnica para o aproveitamento da água associada à produção de petróleo utilizando a osmose reserva.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

MARTINS, A.M.G. **Avaliação das propriedades físico-químicas de sistemas de diesel aditivados com óleo vegetal.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

ARAÚJO, A.D. **Desenvolvimento da página do NUPEG com recursos computacionais avançados e de simulação de plantas de petróleo e gás do estado do RN.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

OLIVEIRA, A.B.V. **Estudo do efeito das tensões interfaciais em sistemas água/tensoativo/óleos pesados.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

PATRICIO, A.A.R. **Estudos de parâmetros hidrodinâmicos de uma coluna de flotação utilizada para o tratamento de águas produzidas de petróleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

DE SOUZA, A.V. **Estudos do efeito da salinidade em sistemas microemulsionados aplicados à recuperação avançada de petróleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

KIRSCHNER, B.D. **Avaliação da estabilidade de fluidos de perfuração base água.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

MEDEIROS, B.E.A. **Efeito de viscosificantes na filtração de fluidos de perfuração à base água.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

DA SILVA, C.J.C.V. F. **Algoritmos genéticos: Uma aplicação à robótica submarina.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

DA SILVA, C.T. **Desenvolvimento de fluidos de perfuração à base de óleos vegetais.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

SILVA, C.F.C. **Avaliação macro e microgeométrica de dispositivos utilizados na indústria do petróleo e gás.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

SOBRINHO, P. A. **Estudos termodinâmicos do processo de regeneração de monoetilenoglicol (MEG).** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

RIBEIRO, L. S. **Fluidos de perfuração, completação e estações de fluidos.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

NASCIMENTO, Y. C. **Determinação de dados de equilíbrio líquido-vapor para sistemas álcool + éster encontrados no processamento do Biodiesel.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

SILVA, W. P. N. **Comportamento reológico de dispersões aquosas de bentonita e de polímeros utilizadas como fluidos de perfuração.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

LIMA, W. L. N. **Novos sistemas microemulsionados aplicados na recuperação de óleos usados.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

SILVA, V. L. C. M. **Desenvolvimento de um sistema de monitoração da deposição de FeS em uma unidade de refino de petróleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia de Computação e Automação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

DUARTE, V. J. L. **Estudo de implementação de técnicas sônicas para a detecção de vazamentos em dutos com regime de escoamento multifásico.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia de Computação e Automação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

ARAÚJO, V. S. **Estudo de sistemas microemulsionados para remediação de solos contaminados com óleo Diesel.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

BARBOSA, T. S. **Desenvolvimento de interface gráfica para um simulador computacional do sistema de elevação por bombeio centrífugo submerso.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia de Computação e Automação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

FERREIRA, T. I. B. **Simulação da performance de um condicionador de ar operando com fluido refrigerante R-410A em substituição ao R-22.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

NETA, L. S. F. **Obtenção e estudo das propriedades de um novo fluido (gel) de fraturamento hidráulico biocompatível.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

CÂMARA, F. S. C. **Remoção de óleo em água produzida por filtração em meio poroso utilizando tensoativo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

CÉSAR, A. L. **Estudo de um sistema de aquisição de dados utilizado na grandeza temperatura e desenvolvimento do procedimento para qualificação e validação de estufas, refrigeradores e salas de estabilidade.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

MORIYAMA, A. L. L. **Avaliação do envelhecimento dinâmico nas propriedades de fluidos de perfuração base água.** Monografia de Graduação. Departamento de engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

LAGO, C. R. C. **Remoção do gás natural em coluna de recheio com solução de permanganato de potássio em contracorrente.** Monografia de Graduação. Departamento de engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

CASTRO, C. G. **Desenvolvimento de um simulador computacional para poços de petróleo com método de elevação artificial por Plunger Lift.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia de Computação e Automação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

MORAIS, D. S. G. **Otimização dos processos de calibração na grandeza temperatura.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

ARAÚJO, D.O. **Injeção de vapor com aditivos para recuperação de óleos viscosos.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

PASSOS, R. H. D. **Construção de novo ebulliômetro Othmer e desenvolvimento de módulo supervisor.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

RAMOS, R. E. M. **Desenvolvimento de um sistema híbrido de destilação solar para tratamento de água produzida.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

SOARES, R. G. F. **Otimização do fluxo de óleos parafínicos.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

PEGADO, R. M. **Novas formulações de lubrificantes a partir de óleo básicos regionais.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

OLIVEIRA, R. F. **Desenvolvimento de uma bancada para testes de termoacumuladores.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

DIAS, R. B. **Análises comparativas dos valores de sedimentos básicos e água em amostras de petróleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

SILVA, R. M. **Influência da textura superficial no comportamento aerodinâmico em elementos estruturais cilíndricos.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

CAMPELO, R. C. **Estudo técnico-econômico de um sistema de cogeração a gás natural em pesquisa escala.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

SANTOS, R. P. **Evaporação solar de água produzida de petróleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

MELO, R. B. A. V. S. **Avaliação mercadológica do gás natural comprimido.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

LIMA, R. S. **Análise do combate à incrustação através do fenômeno da cavitação e/ou arrasto.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

NASCIMENTO, R. J. A. **Automação do ebuliômetro de Othmer modificado e sua utilização na determinação de dados de equilíbrio líquido-vapor (ELV).** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

ARAÚJO, M. M. S. **Estudo de vias biotecnológicas aplicadas à tecnologia de petróleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2002.

TANAKA, M. C. **Avaliação de um dispositivo utilizado em máquina de medir por coordenadas.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

BEZERRA, M. S. **Caracterização e adaptação de efluentes de refinaria de petróleo em sistema de lodos ativados.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

PEREIRA, M. F. **Cálculo da incerteza de medição na calibração de uma balança de pressão.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

SÁ, M. C. C. **Estudo preliminar da influência da temperatura na solubilização de parafina em microemulsão.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

MEDEIROS, M. A. O. **Avaliação do ponto de névoa, fluidez e entupimento do óleo diesel combustível.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

MORAES, N. A. **Análise comparativa entre extratantes utilizados na determinação da eficiência de separação óleo/água em um extrator líquido-líquido à inversão de fases através do método espectrofotométrico.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

PESSOA, P. A. S. **Confiabilidade metrológica na medição da grandeza temperatura para determinação de sedimentos básicos e água do petróleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

SEGUNDO, P. O. **Avaliação da viabilidade do sisal como sorvente de óleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

VALENÇA, P. H. A. **Extração de cloretos em cascalho de petróleo utilizando microemulsões.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

FIRMINO, P. C. O. S. **Estudo do tensoativo C16TAB e a viabilidade de sua aplicação na recuperação avançada de petróleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

PROCÓPIO, Z. S. D. **Quantificação de lipídios para produção de biocombustíveis a partir do cultivo da microalga *Isochrysis Galbana*.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

FERNANDES, M. R. **Índice de qualidade de água da lagoa de baixo contaminada com efluente da indústria de petróleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

SOUZA, L. G. V. M. **Estudo do refino de malha em um modelo computacional de bomba de cavidades progressivas.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

QUEIROZ, L. R. **Síntese e estudo de eficiência entioxidante de novos aditivos aplicados a combustíveis.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

RATKIEVICIUS, L. A. **Obtenção de microemulsão, utilizando álcool laurílico exotilado, empregada na composição de um fluido de perfuração base óleo: avaliação das propriedades reológicas.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

DUARTE, L. A. **Modelagem e simulação de uma unidade de separação dos componentes provenientes de um reator FT (Fischer-Tropsch) através do simulador HYSYS.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

MELO, K. C. **Monitoramento das propriedades químicas e físicas dos fluidos de perfuração.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

LOPES, K. R. **Implementação de classificador neural no ambiente Foundation Fieldbus.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia de Computação e Automação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

PRAXEDES, K. C. **Compósito de poliuretano à base de óleo de mamona e PET para Pás de aerogerador de pequeno porte.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

OLIVEIRA, K. C. **Desenvolvimento de novos adsorventes para aplicação na separação dos isômeros do xileno.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

SOUSA, K. S. M. G. **Estudo de Sistemas: Petróleo/Água/Tensoativo para aplicação na recuperação avançada do Petróleo**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

MAIA, J. C. C. **Monitoramento de lubrificantes através de reações de oxidação**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

ALVES, J. K. P. **Estudo do desempenho antioxidativo de um novo composto derivado do cardanol hidrogenado aplicado à gasolina automotiva**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

ALVES, J. V. A. **Desenvolvimento de sistemas à base de tensoativos para uso na recuperação avançada de petróleo**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

FERNANDES, J. M. M. **Avaliação de fontes de incerteza na calibração de instrumentos de medir pressão atmosférica**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

MEDEIROS, J. F. **Síntese de catalisadores para processos de oxidação de gás natural visando à produção de nonocloreto de vinila (MVC)**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

SEGUNDO, J. M. L. **Construção e análise de um sistema de aplicação de ar quente no processo de fresamento Frontal**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

SILVA, J. H. **Estudo da captura de óleo em uma coluna de flotação utilizada para o tratamento de água produzida**. Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

MELO, J. F. N. **Monitoramento da evolução do desgaste de uma ferramenta de corte através de vibrações.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

NETO, J. T. C. **Desenvolvimento da capacidade de comunicação segundo o protocolo OPC (OLE for Process Control) para o Sistema Supervisório SISAL (Sistema Supervisório de Automação da Elevação).** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia de Computação e Automação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

NETO, J. C. S. **Tuma Nova Topologia para Geração de Malhas Utilizadas na Simulação Numérica do Escoamento em Bombas de Cavidades Progressivas.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

JUNIOR, J. B. L. S. **Influência de parâmetros dimensionais e geométricos em placas de orifício na determinação da vazão.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

CÂMARA, J. M. D. A. **Análise da biodecomposição de óleo bruto através da pseudomona seruginosa.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

JUNIOR, J. R. S. **Sistema integrado de monitoramento de instrumentos em rede Foundation Fieldbus para melhoria dos processos de medição e controle na indústria do petróleo.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia de Computação e Automação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

OLIVEIRA, J. D. **Equilíbrio líquido-vapor para sistemas hidrocarbonetos naftênicos.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2002.

BEZERRA, I. M. **Obtenção de novos antioxidantes aplicados no biodiesel.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

MEDEIROS, I. S. **Avaliação das tensões interfaciais entre soluções de tensoativos não-iônicos e hidrocarbonetos para uso no escoamento core-flow.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

OLIVEIRA, I. P. **Determinação de dados de equilíbrio de fases de sistemas hidrocarbonetos utilizando o ebuliômetro Fischer.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

COSTA, I. C. C. **Avaliação da Solubilidade de Novo Antioxidante em Sistemas Microemulsionados.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

SOUZA, I. M. S. **Formulação e caracterização de combustível base diesel aditivado com glicerina.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

SILVA, H. T. M. **Projeto e Implementação de um Sensor Magnético Sem Fio Aplicado ao Método Plunger Lift.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia de Computação e Automação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

MELO, D. C. M. **Processos de separação da fração pesada do gás natural para aplicação em motores de combustão interna.** Monografia de graduação. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.