

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de **P&D** em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Gerenciamento De Resíduos Químicos Nas Plataformas De Petróleo Brasileiras

AUTORES:

Tábata de Oliveira França; Janice Maria Zacharias; Ernandes Vaz Sousa; Fabio José Esper;
Guillermo Ruperto Martín Cortés

INSTITUIÇÃO:

Centro Universitário Estácio Radial de São Paulo; PMT-EPUSP - Departamento de Engenharia
Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NAS PLATAFORMAS DE PETRÓLEO BRASILEIRAS

Abstract

The process of oil exploration and exploitation generates a series of waste of all kinds, from materials used by the crew, parts, cables, used drills, discarded tools, maintenance and workshop materials, lubricants and greases and to the various chemicals used during drilling for exploration processes or hydrocarbon extraction operations or treatment and reinjection of water and / or gas in the tank for purposes of maintaining the production of pressure. The destination of this waste and its economic power are the main points of this study therefore his generation, disposal and reuse has tremendous value social type, material and economic therefore the reuse of such wastes in addition to reducing pollution ends up being a gain for businesses in different segments because it means not having to invest in and use new raw materials for its preparation, or in energy costs. This study will address the reuse of this waste and the economic power they bring companies, based on the classification of such waste and the waste management project drawn from the EIS - Environmental Impact Study for pollution control which had to be prepared to receive the approval of environmental bodies and to run the well drilling project.

Introdução

Resíduos podem ser considerados qualquer material que sobra após uma ação ou processo produtivo. Diversos tipos de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) são gerados no processo de extração de recursos naturais, como na exploração / exploração de hidrocarbonetos. O projeto de controle de poluição CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 01/11 determina que a empresa reporte a quantidade de resíduos gerados, armazenados e destinados, as formas de tratamento e disposição utilizadas, além de requerer metas de redução da geração dos resíduos nas atividades de perfuração.

Dentro disso temos a classificação desses resíduos, que auxilia as empresas no armazenamento, descarte e formas de tratamento dos mesmos. Como medida de redução, visando à reciclagem da maior quantidade possível dos resíduos gerados, o órgão ambiental estabeleceu a implementação de programas de coleta seletiva a bordo dos locais de geração, de modo a segregar maior quantidade possível de resíduos recicláveis, possibilitando assim, o envio para o tratamento e destinação que causem menos impacto no ambiente e possibilitem o retorno do resíduo à cadeia de consumo, através do processo de logística reversa pós-consumo.

Os materiais não perigosos ou recicláveis, como peças de manutenção sendo: peças, cabos, brocas usadas na perfuração. Ao longo do tempo esses materiais são desgastados pela corrosão e pelo atrito que essas peças sofrem, quando isso ocorre os materiais são encaminhados para as empresas de origem onde são reciclados.

Os resíduos que serão estudados possuem um descarte diferente enquanto os resíduos recicláveis geram mais lucro em sua reciclagem, os resíduos perigosos possuem mais riscos por isso são mais preocupantes. Os fluidos de perfuração são misturas de sólidos, líquidos, aditivos químicos e/ou gases. Podem assumir o aspecto de suspensões, emulsões ou dispersões coloidais, dependendo do estado físico de seus componentes. Durante a perfuração de um poço pode ocorrer ingresso de fluidos de perfuração no meio marítimo através de eventos acidentais (vazamentos ou erupções) ou operacionais, como o descarte de cascalho ao mar (que leva o fluido agregado), através das trocas de fluido ao final de cada fase de perfuração ou ao final das atividades (quando não há reaproveitamento de fluido). Na fase de exploração, o próprio reservatório produz alguns resíduos como água produzida, areias e outras impurezas solidas em suspensão, como material de corrosão, produtos de incrustação em quantidades

variadas. Durante os processos de separação são injetados alguns produtos químicos para fazer a separação destes resíduos dos produtos de hidrocarbonetos.

Metodologia

A metodologia utilizada neste artigo foi a pesquisa bibliográfica feita a partir de estudos de caso realizados nos últimos anos. Os trabalhos que foram estudados são: Gerenciamento de Resíduos na Indústria de Exploração e produção de Petróleo. (2013); Estudo da Toxicidade Marinha de Fluidos de Perfuração de Poços de Óleo e Gás. (1998) entre outros. Também foram estudados a classificação desses resíduos e o projeto de gerenciamento de resíduos elaborado a partir do EIA – Estudo de Impacto Ambiental para o controle de poluição disponível em: <http://www.abetre.org.br/biblioteca/publicacoes/publicacoes-abetre/classificacao-de-residuos>, <http://www.ibama.gov.br/servicos/nota-tecnica-cgpeg/dilic/ibama-n-01/10>.

Resultados e Discussões

1 ATIVIDADES DE UM POÇO DE PETRÓLEO

Após a comprovação da viabilidade econômica de um poço marítimo, é necessária a execução de atividades específicas denominadas atividades de desenvolvimento para que seja possível extrair o óleo desse poço. Essas atividades são: a) Perfuração: conjunto de operações relacionadas à perfuração do poço, com o objetivo de alcançar reservatórios de petróleo e ligá-los à superfície; b) Completação: conjunto de operações necessárias para deixar um poço pronto para produzir óleo. Essa atividade é executada por uma sonda; d) Avaliação: conjunto de operações destinadas a avaliar a produtividade do poço. Essa atividade é executada por uma sonda; e) Interligação: tem por objetivo conectar um duto do poço até uma plataforma localizada ao nível do mar. É através deste duto que todos os fluidos obtidos do poço são escoados.

Cada atividade de desenvolvimentos possui como características: Duração, tempo necessário para a realização da atividade em dias; Categoria da atividade, define qual o tipo de recurso pode atender a atividade; Lâmina d'água do poço associado, distancia da cabeça do poço até o nível do mar em metros; Profundidade do poço associado, essa informação é dada em metros, só é usada para atividades que são executadas por sondas.

Os recursos usados nessas atividades são:

Sondas de perfuração, Navios lançados de linhas PLSV (Pipe-Laying Support Vessel)

1.1 PERFURAÇÃO.

A perfuração é o canal de comunicação entre a superfície do solo e o subsolo, onde podem estar as reservas de hidrocarbonetos. O processo de exploração e produção de petróleo compreende as etapas da pesquisa, perfuração e produção. Na etapa da pesquisa é realizada a sísmica, que consiste na primeira fase da busca por petróleo, que aponta as regiões de alta probabilidade de ocorrência de hidrocarbonetos através de pesquisas geológicas e geofísicas, selecionando uma região para ser perfurada. Em seguida passa-se à etapa da perfuração que confirma ou não a existência de petróleo. Havendo sucesso, inicia-se a terceira etapa que consiste no desenvolvimento do poço. As atividades de perfuração de poços de petróleo são do seguimento upstream, que consiste em métodos que visam a segurança e a produtividade do poço.

As sondas de perfuração, compreendem conjuntos de sistemas com equipamentos complexos e diversos. Em linhas gerais, a perfuração ocorre em duas fases: a de exploração e a de desenvolvimento. As atividades de exploração envolvem a perfuração de um poço para localizar

hidrocarbonetos, bem como suas dimensões e potencial produtivo. A fase de desenvolvimento ocorre uma vez que os hidrocarbonetos foram descobertos, estimadas suas reservas e confirmada a viabilidade técnica econômica da sua exploração. A perfuração atual é a rotativa e tem como objetivo perfurar as rochas da crosta, retirar o material fragmentado e garantir a sustentação e vedação do poço. A retirada dos cascalhos gerados é realizada pelo fluido de perfuração que retorna à superfície pelo anular entre a coluna de perfuração e a parede do poço perfurado.

No mar, usam-se plataformas dotadas de equipamentos e procedimentos especiais para manter o navio ou plataforma na locação determinada e compensar os movimentos induzidos pela ação das ondas. A plataforma ou navio é rebocada até a locação onde é ancorada ao fundo do mar. Um tubo condutor (Riser) de grande diâmetro, possibilita a comunicação entre o poço e a plataforma na superfície conduzindo lama e cascalhos à superfície.

2 FLUIDO DE PERFURAÇÃO

Durante a etapa de perfuração a broca expõe um fluido, este pode ser: base de água, óleo, sintético ou a ar dependendo da necessidade do poço. Esses fluidos de perfuração são de vital importância em um sistema de exploração de óleo e gás, onde sua eficiência é imensa, tanto que além das funções descritas por Thomas et al., (2001) de limpar o fundo do poço dos cascalhos gerados pela broca e transportá-los até a superfície; exercer pressão hidrostática sobre as formações, de modo a evitar o influxo de fluidos indesejáveis (kick) e estabilizar as paredes do poço; resfriar e lubrificar a coluna de perfuração e a broca eles ainda devem apresentar características especiais que garantam uma perfuração eficiente, segura e rápida.

Os fluidos de perfuração são misturas de sólidos, líquidos, aditivos químicos e/ou gases. Podem assumir o aspecto de suspensões, emulsões ou dispersões coloidais, dependendo do estado físico de seus componentes. Os primeiros poços de petróleo utilizavam-se a própria argila da formação misturada à água formando uma espécie de lama, motivo de o fluido também ser denominado lama de perfuração e podem ser base água, ar ou óleo.

Fluidos base água: se dividem em não-inibidos, e inibidos, fluidos com baixo teor de sólidos e fluidos emulsionados em óleo. Essas divisões têm como principal objetivo melhorar o desempenho do fluido. Os fluidos inibidos, por exemplo, são usados para perfurar rochas com elevado grau de atividade na presença de água doce enquanto os não - inibidos são utilizados em perfurações de camadas superficiais. A base do líquido pode ser a água salgada, água doce ou água salgada saturada (salmoura), dependendo da disponibilidade e das necessidades relativas ao fluido de perfuração.

Fluidos base óleo: podem usar diesel, querosene ou parafinas. Esses fluidos são utilizados para melhorar: a lubrificidade, melhorar a inibição de xisto e limpar com menos viscosidade. Além disso, também possuem melhor estabilidade a temperaturas elevadas. A escolha pela utilização de fluidos à base de óleo deve levar em consideração aspectos como de estratégia exploratória, financeiras e ambientais. Os fluidos à base de óleo também mascaram os indícios de hidrocarbonetos líquidos durante a perfuração, impossibilitando análise de fluorescência e corte através de solventes orgânicos. Também contaminam com óleo amostras de rocha retiradas do poço e podem implicar seriamente na caracterização nas análises geoquímicas de carbono e ou hidrocarbonetos originais da formação.

Fluidos de base sintética: este fluido foi desenvolvido como uma alternativa às limitações de performance dos à base de água em resposta às restrições ambientais impostas aos fluidos à base de óleo. Utilizando como fluido base substâncias químicas sintéticas, os fluidos sintéticos são também chamados “pseudo-lamas à base de óleo”, pois na prática as substituem, oferecendo menor toxicidade e produção de menor volume de resíduos de perfuração. Os sintéticos são muito utilizados em áreas marítimas onde é proibido o descarte de cascalho quando se perfura com lamas à base de óleo.

Fluidos à base de ar: um poço pode ser perfurado utilizando ar ou gás natural ao invés dos fluidos de perfuração líquidos convencionais. Através destes tipos de fluido o ar ou gás circulam do mesmo modo do que uma lama líquida convencional através de pressão fornecida por compressores que são instalados na superfície junto aos demais equipamentos de perfuração. A perfuração com ar puro utiliza ar comprimido ou nitrogênio. Quando o ar é utilizado, sua combinação com hidrocarbonetos no subterrâneo pode se transformar numa mistura explosiva, exigindo cuidados extras quanto a explosões ou incêndios

4. PROCESSAMENTO PRIMARIO

Geralmente, o petróleo depois de formado não se acumula na rocha na qual foi gerado, porém migra sob ação de pressão do subsolo até encontrar uma rocha porosa, que se cercada por uma rocha impermeável, aprisiona o petróleo em seu interior. É a partir deste reservatório que o petróleo é extraído. Por conta desta configuração no reservatório e das condições necessárias para a produção, não apenas petróleo e gás são produzidos, mas também água e sedimentos (areia e outras impurezas solidas em suspensão, como material de corrosão, produtos de incrustação por exemplo) em quantidades variadas. No processamento primário é feita a separação dos fluidos produzidos pelo reservatório, traços de óleo são removidos da água e a mesma é tratada, uma parte dessa água é reinjetada no poço enquanto a outra parte é descartada no mar. Os traços de água e gás também são retirados do óleo e o mesmo é bombeado para a plataforma para começar o processo de exploração. Dentro destes processos são usados alguns produtos químicos para seduzir a emulsão e a espuma que acaba se formando durante esse processo, esses produtos usados dentro dos separadores são reutilizados nos processos ou seja não há um descarte deles.

5. FLUIDOS DE PURIFICAÇÃO DE ÁGUA

A água produzida (AP), é a mesma aprisionada nas formações subterrâneas, trazida à superfície juntamente com petróleo e gás durante as atividades de exploração destes fluidos. Ela é gerada como subproduto da produção de petróleo e gás, durante o processo de separação porque esses fluidos passam (processamento primário) para que possam se transformar em produtos comerciais. A qualidade da AP está intimamente ligada à composição do petróleo. Os principais compostos constituintes da AP (modificado de FAKHRU'LRAZI et al., 2009) são óleo, minerais dissolvidos da formação, compostos químicos residuais da produção, sólidos da produção, gases dissolvidos e microrganismos. As alternativas usualmente adotadas para o seu destino são o descarte, a injeção e o reuso. Em todos os casos, há necessidade de tratamento específico a fim de atender as demandas ambientais, operacionais ou da atividade produtiva que a utilizará como insumo. Entre os aspectos da água produzida que merecem atenção estão os elevados volumes e a complexidade da sua composição, não apenas relacionados com aspectos técnicos e operacionais, mas também os ambientais.

Petróleo e água são praticamente imiscíveis em condições normais, o que facilita seu processo de separação, porém, em decorrência das condições existentes durante a formação e migração do petróleo e, em virtude do longo tempo de confinamento, parcelas de hidrocarbonetos podem se solubilizar na água. Durante as operações de produção, por causa da agitação, formam-se emulsões, gotículas dispersas de um líquido dentro de outro. Essas emulsões podem ser facilmente ou dificilmente quebradas em função das propriedades do óleo, da água e dos seus percentuais. O Líquido produzido é separado e dele são retiradas água, sal e sólidos presentes, em seguida enviasse o óleo para o refino. A água que contém outros rejeitos e óleo residual é tratada e dada uma destinação final.

A alternativa a ser adotada para tratamento e destino da AP depende de vários fatores, tais como: localização da base de produção, legislação, viabilidade técnica, custos e disponibilidade de

infraestrutura e de equipamentos. Os tratamentos que água produzida será submetida são: Remoção do óleo residual; Remoção de gases; Remoção de sólidos suspensos; Eliminação de bactérias.

Após água ser tratada, ela pode tanto ser reinjetada na recuperação secundária do poço para assegurar a manutenção da pressão no reservatório ou pode ser descartada no oceano. O descarte deve ser realizado de modo a atender a legislação. No caso de plataformas marítimas no Brasil, o descarte deve atender à Resolução Conama nº 393 (BRASIL, 2007). O principal parâmetro monitorado é o TOG, cujo valor permitido deve ser de 29 mg.L-1, para a média aritmética simples mensal, e 42 mg.L-1, para o valor máximo diário. Com relação à análise para determinações de TOG, destaca-se que o método requerido pelo CONAMA é o gravimétrico (BRASIL, 2007). Outros métodos usuais são por COT ou por turbidez (HONG; FANE; BURFORD, 2003), fluorescência com raios UV (EBRAHIMI et al., 2010) e espectrometria com raios infravermelhos (SOKOLOVIĆ; SOKOLOVIĆ; SEVIC, 2009).

6. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Nas atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural offshore são gerados resíduos oriundos tanto do processo, bem como de origem humana, referente aos tripulantes que trabalham nas plataformas e navios. Como medida de mitigação, bem como visando à reciclagem do maior quantitativo possível dos resíduos gerados, o órgão ambiental estabeleceu a implementação de programas de coleta seletiva a bordo dos locais de geração, de modo a segregar o maior quantitativo possível de resíduos recicláveis, possibilitando assim, o envio para o tratamento e destinação que causem menos impacto no ambiente e possibilitem o retorno do resíduo à cadeia de consumo, através do processo de logística reversa pós-consumo. Comparado ao quantitativo de resíduos perigosos gerados, os resíduos recicláveis, ou não perigosos representam uma parcela mínima do total de resíduos gerados. Entretanto, necessitam de igual atenção por parte das empresas operadoras.

Visando o atendimento à Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA No 01/11, os resíduos deverão ser classificados de acordo com as seguintes diretrizes estabelecidas pelo órgão ambiental, conforme dados apresentados na tabela 01:

ETAPA	ASPECTO
Geração de resíduos	Classificação por unidade geradora
	Nomenclatura pré-estabelecida
	Classificação – NBR 10004/2004
	Quantitativos descritos em kg

Tabela 01. Aspectos identificados na geração de resíduos

6.2 NOMENCLATURA PRÉ ESTABELECIDADA

O órgão ambiental pré-definiu a nomenclatura dos tipos de resíduos gerados com maior frequência nas atividades de perfuração, produção e escoamento, os quais se mostram na tabela 02. Os resíduos dos fluidos de perfuração não são reportados no relatório encaminhado ao órgão ambiental, entretanto, é solicitado que o mesmo passe pelas mesmas etapas de identificação e rastreamento dos demais resíduos, e que estas informações fiquem disponíveis sempre que solicitadas pelo órgão ambiental.

Tipologia Do Resíduo	Classificação NBR 10004/2004
Resíduos oleosos	Classe I (Resíduos perigosos: aqueles que em função da sua periculosidade podem causar danos à saúde e ao ambiente)
Resíduos contaminados	
Tambor contaminado	
Lâmpada fluorescente	

Pilha e bateria	
Resíduo infecto - contagioso	
Cartucho de impressão	
Fluido de perfuração	
Recicláveis (papel, plástico, madeira, vidro, metal não contaminado, lata de alumínio, óleo de cozinha e tetra Pak);	Classes IIA e IIB (Resíduos não perigosos, A solúveis em água, B Inertes, não solúveis)
Não recicláveis: Lixo comum não reciclável	

Tabela 02. Tipologia de resíduos em função da classificação estabelecida pela norma NBR 10004/2004

7. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS

O órgão ambiental definiu que para fins de tratamento e/ou destinação de resíduos, deverá ser adotada a forma que menos impacte o ambiente, sugerindo como primeira alternativa a logística reversa pós-consumo, ao retornar aos respectivos fabricantes os resíduos originados na utilização de seus produtos. Seguindo essa diretriz, é sugerido então o reuso e acondicionamento dos resíduos, por serem consideradas formas de tratamento que visam à reutilização sem que haja a aplicação de tecnologias ou consumo de energia no processo de recuperação.

O Brasil é um país que possui vasta extensão territorial, o que por muitos anos foi um fator favorável à construção e operação de aterros, por ser uma alternativa mais econômica e de baixo emprego tecnológico, em relação às outras formas de tratamento existentes. Com a implementação da Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA No 01/11, as exigências relacionadas ao licenciamento das atividades de exploração, produção e escoamento de petróleo no Brasil atrelou as formas de tratamento e disposição de resíduos, de modo a estabelecer a disposição permanente em aterro como sendo uma das últimas alternativas a serem utilizadas.

O tratamento de óleo residual se dá através do rerrefino de óleos industriais, processo este que permite a reciclagem do óleo mineral, de modo que este seja reutilizado para a finalidade a qual fora fabricado. Apesar de este processo demandar de uma grande infraestrutura operacional, pois são utilizadas simultaneamente diversas técnicas de tratamento físico-químico, ainda assim, é uma forma de reduzir a extração de hidrocarbonetos para a produção de óleos, bem como evitar a disposição permanente desse resíduo no ambiente.

Com relação ao grande volume de resíduos, do tipo Fluido de Perfuração, uma alternativa para reduzir a quantidade desse resíduo seria a adoção de um processo de desidratação do resíduo, com vistas à sua redução na fonte geradora, através da instalação de unidades móveis de centrifugação térmica, nos locais onde há o desembarque dos resíduos, ou nos arredores da região portuária. O processo de centrifugação de fluidos de perfuração permite a evaporação da parte líquida do resíduo, resultando um material arenoso no fim do processo de tratamento, tornando-o passível de ser utilizado na construção civil como agregado reciclado em obras de pavimentação.

Conclusões

Comparado a outros países onde a atividade de Exploração e Produção de petróleo possui mais de um século de existência, o Brasil pode ser considerado um mercado ainda em desenvolvimento nesse segmento, com o seu crescimento várias questões ambientais foram levantadas, não somente na parte da exploração de hidrocarbonetos, mas também na geração de resíduos no processo. A preocupação ambiental é bem intensa nesse segmento principalmente com os resíduos denominados perigosos, tanto na sua aplicação na exploração quanto em seu descarte, pensando nisso foi criado o projeto de

controle de poluição, que visa um gerenciamento desses resíduos e principalmente uma reutilização, não só para trazer um ganho as empresas, mas principalmente visando o lado ambiental. Pois a partir do momento em que esses resíduos não são mais utilizados entra a questão, “Como eles podem ser reutilizados dentro do segmento? ”, ou “ Como podem ser reciclados e utilizado em outro nicho de mercado? ”, tanto para a economia da empresa quanto para diminuir o impacto ambiental que pode ser gerado. O fluido de perfuração por exemplo, depois que injetado no poço não tem mais utilidade para este mercado, mas pode ser reciclado e usado em outro nicho de mercado como a construção civil.

Este estudo abordou as formas de geração de resíduos gerados nas plataformas, e como é feito o gerenciamento dos mesmos, mostrando as diferentes formas de reutilização dos resíduos e como as empresas devem se portar perante esse assunto.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus porque sem ele não teria conseguido, minha família, professores e amigos.

Referências Bibliográficas

Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Nota Técnica Cgpeg/Dilic/Ibama No 01/11. Diretrizes para apresentação, implementação e elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás. Rio de Janeiro, 2011.

Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). NOTA TÉCNICA CGPEG/DILIC/IBAMA No 07/11. Resíduos sólidos das atividades de Exploração e Produção de petróleo e gás em bacias sedimentares marítimas do Brasil no ano de 2009 – Consolidação dos resultados de Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 08/ 08. Rio de Janeiro, 2011.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. Nbr 10004/2004: resíduos sólidos – classificação. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.

Motta, A.R.P. Tratamento de água produzida para óleo por membranas. Eng Sanit Ambient | v.18 n.1 | jan/mar 2013 | 15-26

Santos, G. B. Gerenciamento de Resíduos na Indústria de Exploração e produção de Petróleo. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 23-35, out. 2012/mar.2013

Schaffel, S. B. A Questão Ambiental Na Etapa De Perfuração De Poços Marítimos De Óleo E Gás No Brasil. VIII, 130 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc. Programa de Planejamento Energético, 2002)

Veiga, L.F. Estudo da Toxicidade Marinha de Fluidos de Perfuração de Poços de Óleo e Gás. Niterói, Rio de Janeiro: UFF, 1998.

RODRIGUES, C. da S. Estabilidade de poços de petróleo em rochas fraturadas: modelagens computacionais e solução analítica. 2007, 166p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Ouro Preto-MG.

Nishioka, G. K. Estudo Da Programação De Atividades De Desenvolvimento De Poços De Petróleo Marítimos. São Paulo, 2014, 144p. Dissertação de Mestrado Escola politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química

Processamento primário. Disponível em: http://www.ufrgs.br/lapol/materias_primas/11_225.html. Acesso em 24 de maio de 16.