

## **Eficiência do sistema secador de cascalho na área offshore e sua importância ecológica**

### **Efficiency of the gravel dryer system in the offshore area and its ecological importance**

Leandro da Costa Souza<sup>1</sup>; Raquel Lima Oliveira<sup>2</sup>

---

#### **RESUMO**

A operação de perfuração de poços de petróleo e gás engloba muitas etapas, o que torna esta operação complexa e com alto custo. Com a necessidade constante de se perfurar mais poços, explorá-los e comercializá-los, cada vez mais rápido, sem danos ecológicos e para suprir a demanda nacional, inúmeros engenheiros estudaram e projetaram o Sistema Secador de Cascalho. Este sistema é adaptável em qualquer plataforma de perfuração semissubmersível (SS), isto é, a plataforma não é ancorada no fundo do mar. O sistema tem a capacidade de não só devolver os cascalhos secos para o mar, reduzindo os danos ambientais, e também reaproveitar o fluido de perfuração, tornando a operação mais viável economicamente. Desta forma, sua criação permitiu dois objetivos distintos: o gerenciamento de resíduos e o controle de sólidos

**Palavras-chave:** Secador, cascalho, gerenciamento, resíduos, sólidos.

---

#### **ABSTRACT**

The oil and gas well drilling operation encompasses many stages, which makes this operation complex and costly. With the constant need to drill more wells, explore and commercialize them, faster and faster, without ecological damage and to supply the national demand, countless engineers studied and designed the Gravel Dryer System. This system is adaptable to any semi-submersible drilling platform (SS), that is, the platform is not anchored to the seabed. The system has the ability to not only return dry cuttings to the sea, reducing environmental damage, and also reusing the drilling fluid, making the operation more economically viable. Thus, its creation allowed for two distinct objectives: waste management and solids control.

**Keywords:** Dryer, gravel, management, waste, solids.

---

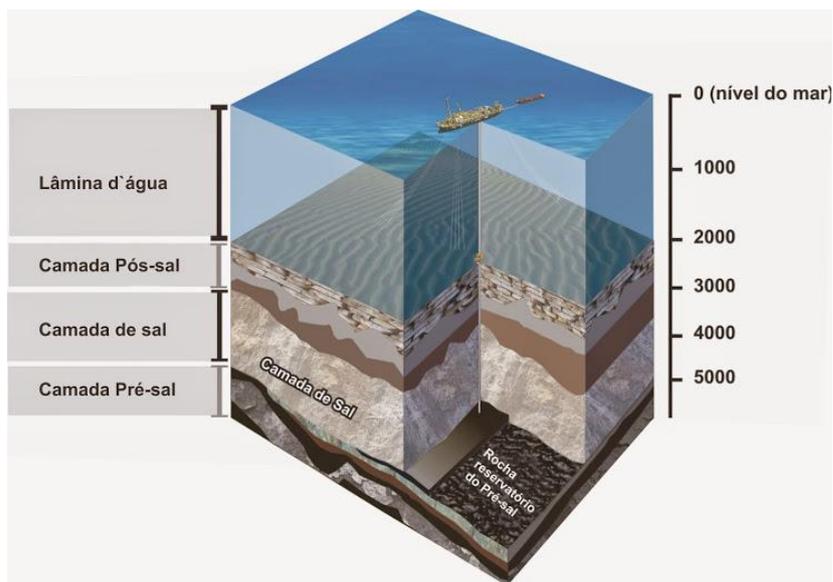
<sup>1, 2</sup> Universidade Estácio de Sá

\*E-mail: Quell\_2008@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

A descoberta de novas bacias petrolíferas a partir de 2003 possibilitou o aumento de produção de petróleo no Brasil e a conquista da autossuficiência dessa matriz energética em 2016, gerando mais empregos em diversos setores da economia. Segue na Figura 1, o layout da bacia do pré sal.

Figura 1 – *Layout* da bacia do pré sal

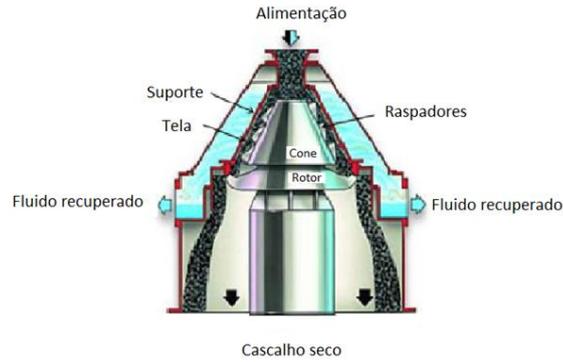


Fonte – Próprios autores

## OBJETIVO

Demonstrar a eficiência do sistema secador de cascalho no gerenciamento de resíduos e controle de sólidos numa perfuração de poço de petróleo e gás (*offshore*), assim como, o seu importante papel na melhoria e na redução aos danos ambientais e ecológicos. Na Figura 2, tem-se o esqueleto do sistema de descarte pelo secador de cascalho.

Figura 2 – Sistema de descarte dos sólidos pelo secador de cascalho



Fonte – ALMEIDA, 2010

## APRESENTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS SISTEMA SECADOR DE CASCALHO - SSC

Figura 3 - Peneira



Fonte: *SCHLUMBERGER*, 2020

A peneira, conforme apresentada na Figura 3, é o equipamento que separa o cascalho do fluido. A mesma é instalada acima de cada tanque de fluido recuperado, onde esse fluido passa pela tela das peneiras caindo no tanque e os cascalhos percorrem a tela até caírem na rosca transportadora, Figura 4.

Figura 4 – Rosca transportadora



Fonte: AWK, 2020

A rosca transportadora tem apenas a função de carrear os cascalhos até o secador de cascalho, apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Secador de Cascalho



Fonte: *ELGIN SEPARATIONS SOLUTIONS*, 2020

O secador de cascalho, através da centrifugação ou rotação, separa os cascalhos do óleo, ou seja, os mesmos retornam ao meio ambiente praticamente secos, com no máximo 6,9% de teor de umidade segundo os estudos dos órgãos responsáveis e recupera o fluido, o mesmo cai em um recipiente de 10 BBL, após cheio é bombeado através da bomba pneumática para o tanque ativo do sistema que se encontra em operação de perfuração do poço de petróleo. O controle e monitoramento desta operação é feito pelos órgãos governamentais do governo, pela operadora e responsável do poço, pela companhia que executa a operação e pela empresa que opera, monitora e faz as devidas manutenções dos equipamentos do sistema secador de cascalho.

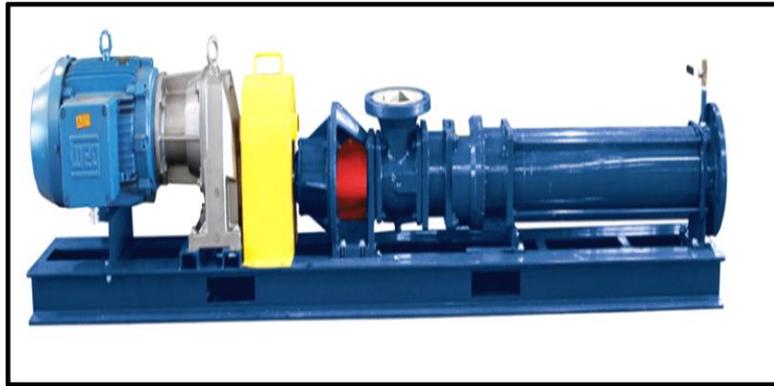
Figura 6 - Centrífuga



Fonte: *GN SOLIDS CONTROL*, 2020

A centrífuga, Figura 6, é alimentada pela bomba de capacidade progressiva, tem função de retirar do fluido sintético os cascalhos de 5 microns, o líquido retorna para o mesmo tanque do fluido recuperado pelo secador, tornando-o todo o fluido homogêneo facilitando o bombeamento nas operações de circulação do mesmo dentro do secador de cascalho (maracanã) e retorno para o tanque ativo do sistema (tanque de operação).

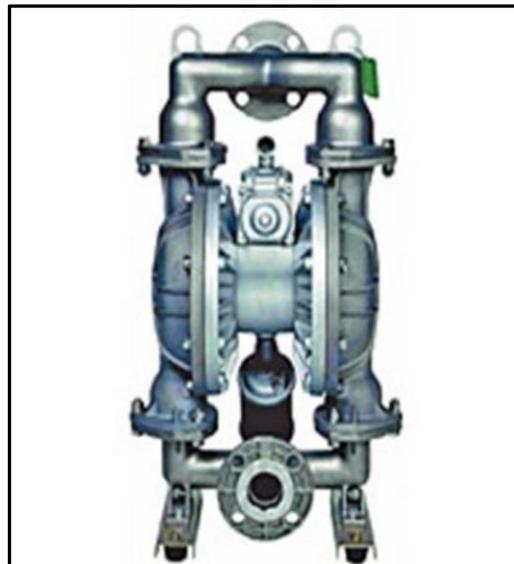
Figura 7 – Bomba de capacidade progressiva



Fonte: *Elgin Separations Solutions*, 2020

A bomba de capacidade progressiva, Figura 7, tem a única e exclusiva função de alimentar a centrífuga, ou seja, o fluido recuperado que se encontra dentro do tanque ao lado do secador é sugado pelo equipamento e este insere o fluido na centrífuga de uma forma controlada para não haver derramamentos no piso da plataforma e ao meio ambiente.

Figura 8 – Bomba Pneumática

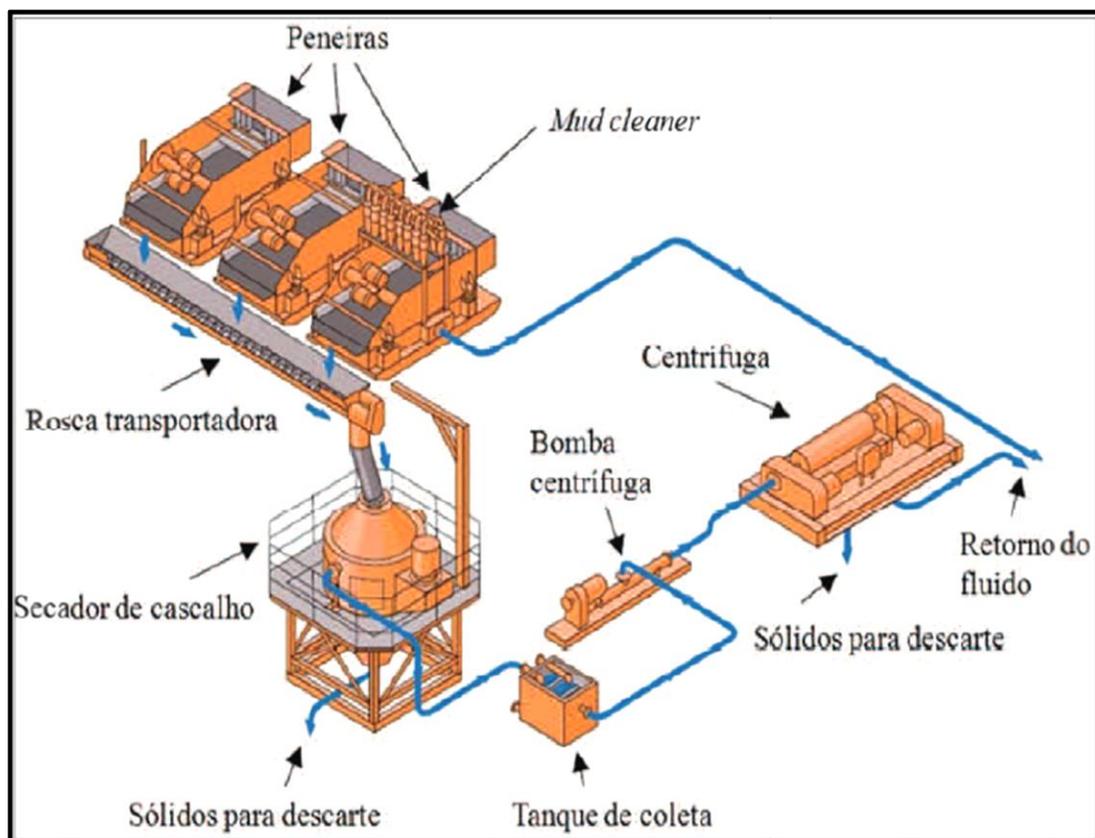


Fonte: NEI, 2020

O equipamento é instalado no tanque de fluido recuperado, a bomba, Figura 8, succiona o líquido, em operação bombeia para dentro do secador de cascalho fazendo a circulação do fluido, evitando assim o decantamento do cascalho e dano ambiental, e quando necessário, bombeia o fluido recuperado para o tanque ativo do sistema da plataforma (tanque de operação de perfuração).

Na Figura 9, tem-se as fases do processamento e apresentação de todos os equipamentos do SSC.

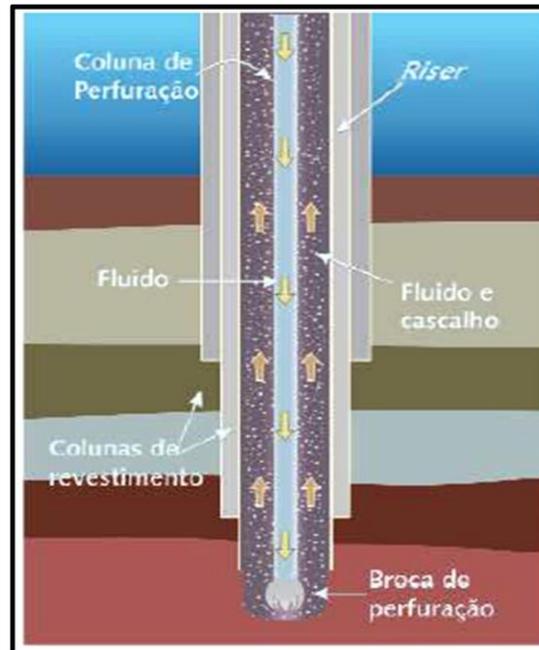
Figura 9 – *Layout* do Sistema secador de cascalho



Fonte: IOGP, 2023

Na Figura 10, é apresentado o fluido de perfuração sendo injetado para dentro da coluna.

Figura 10 – Fluido de perfuração na coluna



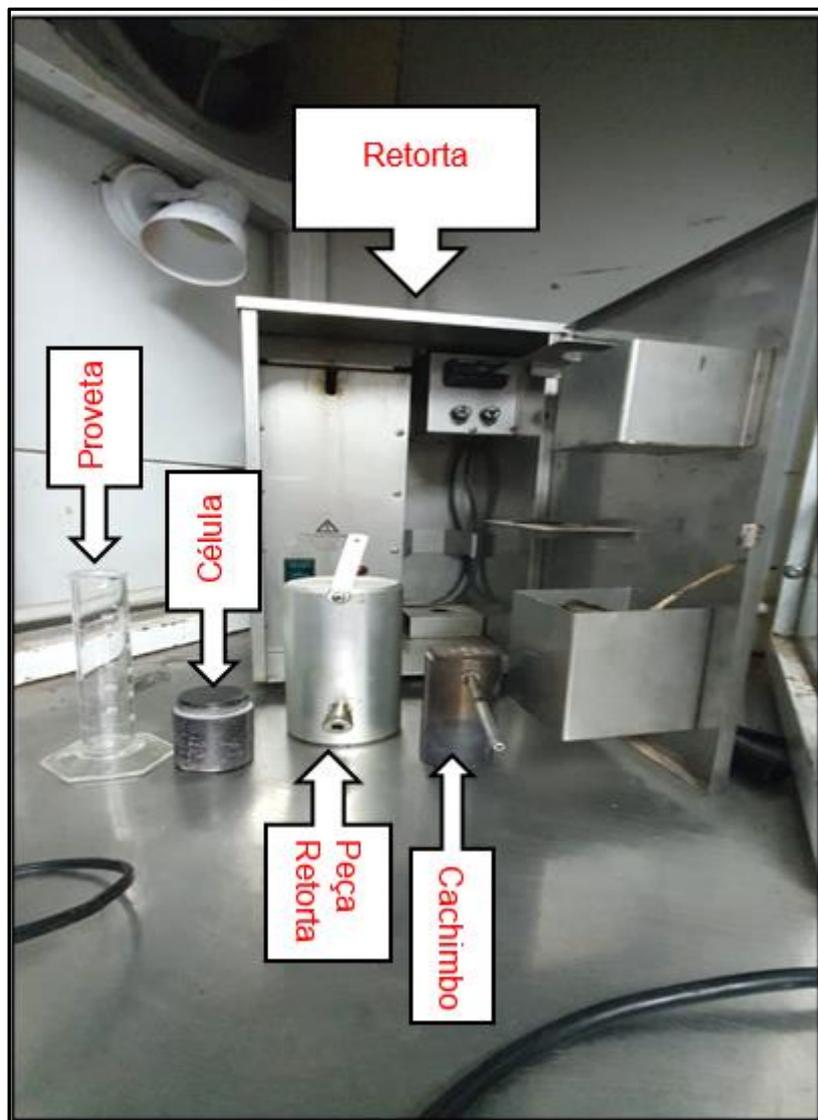
Fonte: PEREIRA, 2010.

O fluido sintético é um produto químico e contaminante, tendo várias funções importantes, tais como:

- Lubrificação da broca na hora do corte do poço;
- Carrear os cascalhos para superfície;
- Manter a pressão do poço estável, evitando *kick e blow out*;
- Manter as paredes do poço firmes para não haver desmoronamento com prisão da coluna

Na Figura 11, apresentam-se todas as ferramentas e equipamentos para o teste de retorta.

Figura 11 - Retorta



Fonte: Próprios autores

O teste de retorta é feito duas vezes por turno, a cada 12 H, onde é realizado da seguinte forma:

- 1) Desliga-se a água do interior do secador de cascalho;
- 2) Coloca-se um recipiente dentro do mesmo para recolher uma amostra de cascalho seco;
- 3) Retira-se a amostra e a encaminha até ao laboratório do químico;
- 4) Coloca-se a amostra na célula, vide Figura 11;
- 5) Adiciona-se bombril ou palha de aço (usado como filtro devido à alta temperatura) dentro do cachimbo;
- 6) Une-se a célula ao cachimbo rosqueando as peças;
- 7) Conectam-se todas as peças envolvidas no processo;
- 8) Adicionam-se as peças: célula, cachimbo e peça da retorta no local de aquecimento conforme mostrado na Figura 11;
- 9) Posiciona-se a proveta na saída da peça da retorta;
- 10) Liga-se a retorta e aguarda-se, pelo menos 45 minutos, de cozimento;
- 11) Retira-se a proveta da retorta colocando-a em local fixo, plano, estável e realiza-se a leitura dos líquidos, ou seja, a quantidade de óleo e água que se encontram no interior da peça. Com o resultado em mãos, o laudo é informado ao engenheiro químico responsável;
- 12) Os resultados são inseridos nos relatórios diários de operação, onde há bloqueio de planilha em várias funções para não ocorrer distorções.

O teste de retorta se faz necessário para saber quanto o cascalho, oriundo da perfuração está umidecido com o fluido sintético, toda regulagem do sistema secador de cascalho é feita para a proteção do meio ambiente e uma eficiência operacional.

No Brasil, ainda não existe uma legislação específica sobre os níveis toleráveis do fluido sintético absorvidos pelos cascalhos. Em contrapartida, nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental (*US Environmental Protection Agency* – EPA) estabelece que o teor de fluido sintético absorvido no cascalho de perfuração contaminado, a ser descartado pelas plataformas de perfuração (*offshore*) não pode ultrapassar 6,9% de teor de óleo (DA SILVA, 2015).

## RELATÓRIO OPERACIONAL

Figura 12 – Relatório de Operação

Dados das Retortas								
Parâmetros	Unidades	SECADOR DE CASCALHOS			CENTRIF. # 1			CENTRIF. # 2
		Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 1
Hora da Amostragem	(h)	03:00	20:00		10:00	16:00		06:00
Massa da Célula Retorta (vazia) 50ml	(g)	581,00	581,00		581,00	581,00		581,00
Massa da Célula com a amostra de sólidos, antes de destilar	(g)	674,00	679,00		676,00	676,00		684,00
Massa Receptáculo de líquido (Vazio)	(g)	71,00	71,00		71,00	71,00		71,00
Massa do Receptáculo com os líquidos destilados	(g)	84,00	84,00		82,00	85,00		92,00
Volume de Água obtido pela destilação da amostra (ml)	(ml)	11,00	11,00		5,00	8,00		12,00
Parâmetros para Medições das Retortas	Unidades	Cálculos dos Valores das Retortas						
Massa dos fluidos destilados	(g)	13,00	13,00		11,00	14,00		21,00
Massa de Óleo	(g)	2,00	2,00		6,00	6,00		9,00
Massa dos Sólidos Úmidos	(g)	93,00	98,00		95,00	95,00		103,00
Massa dos Sólidos Seco	(g)	80,00	85,00		84,00	81,00		82,00
% de Óleo nos Cascalhos	(%)	2,15 %	2,04 %		6,32 %	6,32 %		8,74 %
Relação entre a Massa de Óleo e a Massa de Sólidos Úmid	(g / kg)	21,5	20,4		63,2	63,2		87,4

Fonte: Próprios autores

A Figura 12 representa efetivamente a eficiência do sistema secador de cascalho, onde o resultado do teste de retorta está lançado conforme mostra a mesma, percebe-se assim que o equipamento está operando de forma a proteger o meio ambiente evitando assim que os cascalhos retornem para o mar com níveis de óleo contaminante.

A Figura 13 complementa o relatório da Figura 12, informando onde os resultados da retorta são inseridos nos relatórios diários. Sendo assim, após análise dos relatórios e das informações feitas pelo engenheiro químico e pelo fiscal da operadora, os mesmos assinam o documento para faturamento da Companhia.

## EFICIÊNCIA DO SISTEMA SECADOR DE CASCALHO

Figura 13 – Relatório Operacional

Tanques de Contingência			Sistema de Secagem de Cascalhos e de Recuperação de Fluidos			
Tanques de contingência (25 bbl)		Tanques de estocagem	Horas de operação do Sistema Secador de Cascalho		Volume de Fluido Recuperado (bbl)	
Nº série	11031727		Sistema Secador Horas Diária	Horas Acumuladas	Volume Diário	Volume Acumulado
Nº série	11032766	Nº série	24,00	613,00	26	646
Nº série		Volume	Média CLIC Secador (%)	Média CLIC Centrífuga (%)	CLIC Diário (%)	CLIC Geral do Poço (%)
Quantidade	2	Volume	2,10%	6,32%	2,73%	3,30%

Fonte: Próprios autores

Na Figura 14, são apresentados os itens para medir a eficiência do secador de cascalho.

Figura 14 – Itens de eficiência

Taxa de penetração da broca	Volume de cascalho nas peneiras
Testes de retorta	Inspeção visual no mar
Volume de fluido recuperado	Relatórios operacionais

Fonte: Próprios autores

## ECONOMIA GERADA PELO SSC

A figura 15 é uma planilha operacional que ao inserir os dados a mesma preenche automaticamente os resultados dos equipamentos em operação todos os dias, estes dados são bloqueados para não haver manipulação operacional.

Figura 15 – Planilha Operacional

POÇO	3-GLF-39-ESS	
SONDA	NS 15	
DURAÇÃO (DIAS)	43	
CAMPO	GOLFINHA	
SERVIÇO(S) FORNECIDO(S)	GERENCIAMENTO DE RESÍDUO E CONTROLE DE SOLIDOS	
OPERAÇÃO SECADOR	DIA	8
RECUPERAÇÃO SBM	TOTAL BBL	209
RECUPERAÇÃO SBM	MÉDIA DIÁRIA	26.12 bbl
VOL. SÓLIDOS GERADOS	M³	130
CUSTOS SECADORES	TOTAL / US\$	140.720,00
CUSTO CENTRÍFUGA	TOTAL / R\$	21.570,80
CUSTO TANQUE 25 BBL	TOTAL / R\$	8.495,84
CUSTO FABRICAÇÃO SBM	R\$ / BBL	350
<b>RETORNO FINANCEIRO DA RECUPERAÇÃO DE FLUIDO</b>	<b>209 bbl X R\$ 350,00</b>	<b>R\$ 73.150,00</b>

Fonte: Próprios autores

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** 15 apresenta os parâmetros utilizados na operação de um poço de petróleo. Os custos operacionais com a operação do secador de cascalho, que nesse caso são dois sistemas trabalhando simultaneamente, a quantidade de dias trabalhados, o fluido recuperado e reutilizado, o *clic* do sistema secador de cascalho e a média de cascalhos gerados em m³. Tem-se que o retorno financeiro na recuperação e reutilização do fluido sintético é no valor de R\$ 73.150,00.

É relevante destacar que os informados na Figura 15 são somente de um único poço e em 8 dias trabalhados. Contudo, sabendo da existência de poços de petróleo e gás com 10 km de profundidade, por exemplo, que a perfuração dura mais de 15 dias, a economia gerada na reutilização do fluido sintético será bem maior.

## VANTAGENS DO SSC

Seguem, na figura 16, as vantagens do sistema secador de cascalho.

Figura 16 – Vantagens do sistema secador de cascalho

A reutilização do fluido sintético na perfuração propicia:

- Preservação do meio ambiente marinho
- Evitar a compra de produtos químicos
- Redução o custo de logística
- Economia operacional



Fonte: Próprios autores

## CONCLUSÕES

O fluido sintético, mesmo sendo contaminante mostra que ainda hoje é o melhor produto químico para as operações de perfuração do poço de petróleo devido as funções.

O SSC mostrou que é muito importante numa operação de perfuração do poço de petróleo e gás, este é o primeiro sistema a combater a poluição do meio ambiente e seu habitat natural. Os testes de retorta são fundamentais para comprovar a separação do fluido dos cascalhos.

Os dados dos relatórios confirmam à eficiência, economia e a importância que o SSC tem em uma operação de perfuração de um poço de petróleo e gás e a importância de ser feito uma boa manutenção para deixar os equipamentos aptos para operar, além da visão técnica dos profissionais em inovar o equipamento para evitar acidente e deixá-lo mais seguro na operação com a instalação da linha de água interna.

## REFERÊNCIAS

GAMA, Mariana Cardoso Garcia de Freitas. Avaliação de uma unidade embarcada de tratamento de fluidos de perfuração de base não aquosa contaminados com interface de deslocamento e águas residuárias oriundos da perfuração marítima, 2014. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – PUC-Rio, Departamento de Engenharia Civil.

JUNIOR, Irineu Petri. Descontaminação de Cascalhos de Perfuração Utilizando um Secador Micro-Ondas Semi-Industrial em Regime Contínuo, 2017. Dissertação (Pós-Graduação em Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia

MOJAMMA, A.H.M.; BACK, Seung-Ki; SEO, Yong-Chil; KIM, Jeong-Hun. Mass balance and behavior of mercury in oil refinery facilities. Atmospheric Pollution Research, vol. 10, p. 145-151, 2019.

NANDI, V.S.; RAUPP-PEREIRA, F.; MONTEDO, O.R.K.; OLIVEIRA, A.P.N. The use of ceramic sludge and recycled glass to obtain engobes for manufacturing ceramic tiles. Journal of Cleaner Production, vol. 86, p. 461-470, 2015.

SOLARIN, Sakiru Adebola; GIL-ALANA, Luis; LAFUENTE, Carmen. An investigation of long range reliance on shale oil and shale gas production in the U.S. Market. Energy, vol. 195, p.1-12, 2020.

Halliburton. Disponível em:  
[https://www.halliburton.com/content/dam/ps/public/bar/contents/Data\\_Sheets/web/Sales\\_Data\\_Sheets/H010844.pdf](https://www.halliburton.com/content/dam/ps/public/bar/contents/Data_Sheets/web/Sales_Data_Sheets/H010844.pdf). Acesso em: 10 de dez.de 2019.

SOLUTION, Elgin Separation. Disponível em:  
<https://elginseparationsolutions.com/drying-shakers>. Acesso em: 10 de dez.de 2019

Schlumberger. Disponível em: <https://www.slb.com/drilling/drilling-fluids-and-well-cementing/solids-control/cuttings-dryers>. Acesso em: 10 de dez.de 2019.

*Recebido em: 20/05/2022*

*Aprovado em: 25/06/2022*

*Publicado em: 29/06/2022*