

DESENVOLVIMENTO DE BANCADA PARA INVESTIGAÇÃO DE HIDRODEMOLIÇÃO EM AMBIENTES PRESSURIZADOS

Lidiani Cristina Pierri (1);
Rafael Pacheco dos Santos (2);
Jair José dos Passos Junior (3);
Anderson Moacir Pains (4);
Marcos Aurélio Marques Noronha (5)

- (1) Brabo Indústria e Comércio Ltda; lidiani.pierri@brabotech.com
- (2) Brabo Indústria e Comércio Ltda; rafael.santos@brabotech.com
- (3) Brabo Indústria e Comércio Ltda; jair.passos@brabotech.com
- (4) Brabo Indústria e Comércio Ltda; anderson.pains@brabotech.com
- (5) Universidade Federal de Santa Catarina; marcos.noronha@ufsc.br

Resumo: Diversas pesquisas vêm sendo realizadas em busca de inovações tecnológicas para exploração e produção de petróleo e gás em águas cada vez mais profundas. A tecnologia atualmente usada no Brasil, para perfuração do pré-sal, não vem atendendo a demanda e requer que equipamentos sejam comprados e alugados de fora do país. Tendo isto em vista, sente-se a necessidade de desenvolvimento de uma tecnologia nacional que atendam a situação e, para isto ocorrer, passos devem ser dados. Neste sentido, a empresa BraBo vem realizando testes para simular o princípio de hidrodemolição (jato d'água de elevada pressão e vazão) como ferramenta de corte. Isto torna-se interessante, principalmente no que diz respeito ao início da utilização de uma tecnologia tão promissora. Esta é amplamente aplicada em limpezas, descontaminação e preparação de superfície e já vem sendo usada em corte de rochas. Com o intuito de desenvolver a inovação tecnológica, estudos são necessários buscando-se investigar o princípio de hidrodemolição em condições extremas de temperatura e pressão. Para isto, está sendo proposto o desenvolvimento de uma bancada experimental onde os resultados dos testes permitirão determinar os principais pontos relevantes da técnica a ser utilizada e permitirá uma comparação com as técnicas atualmente usadas.

Palavras-chave: Pré-sal, Hidrodemolição, Bancada Pressurizada

1. Introdução

Atualmente, diversas pesquisas vêm sendo realizadas em busca de inovações tecnológicas na exploração e na produção de petróleo em águas cada vez mais profundas.

Neste sentido, torna-se cada vez mais importante o melhor entendimento dos seus fundamentos, havendo uma conexão entre, de um lado, as condições físicas e ambientais em que se efetivarão as atividades e, do outro, as explorações propriamente ditas, sempre respeitando as exigências daquelas condições (ISRAEL, 2008).

Os desafios tecnológicos das atividades executadas no mar mostram que o quanto mais afastado da costa maior a dificuldade da exploração de petróleo exigindo cada vez mais a busca de novos conhecimentos e inovações (HAPNES, 2014). Ainda tratando-se de exploração de petróleo em águas profundas, as dificuldades técnicas surgem nas condições prevalentes no clima, no ambiente marinho e nas rochas do fundo do mar. Adicionalmente, as grandes distâncias entre as plataformas e os poços no fundo do oceano e entre as plataformas e o continente tornam o processo mais lento e dificultoso. Além disso, outro problema que surge é quanto a invisibilidade das operações no leito marinho devendo ser manipulados remotamente (WILLSON, 2005).

Os desafios a serem superados para o desenvolvimento tecnológico na exploração e na produção de petróleo no mar envolvem fatores como a velocidade dos ventos, a altura das ondas, as direções das correntes marinhas, as temperaturas, as pressões hidrostáticas decorrentes da lâmina de água, as baixas temperaturas do fundo do mar, a alta taxa de mobilidade da camada de sal, as condições estruturais do solo marinho, a composição e o grau de porosidade das rochas sedimentares (DUSSEALT, 2004).

A tecnologia de corte em rochas por jato de água de alta pressão é conhecida como hidrodemolição e é amplamente utilizada para limpeza, descontaminação e preparação de superfícies. A adaptação da tecnologia de hidrodemolição para a perfuração de poços poderá ser um marco na indústria petrolífera. Dentre as vantagens deste método pode-se citar a redução do desgaste e reutilização do sistema em outros campos, fazendo com que haja uma redução nos custos de perfuração (MOMBER, 2005).

Para ter o elemento final, substituindo a broca por jato de água de alta pressão e vazão, que apresentem características inovadoras, passos devem ser dados. Uma investigação do princípio de hidrodemolição em condições extremas de temperatura e pressão torna-se necessária. Portanto, para possibilitar este estudo, uma bancada pressurizada de testes está sendo desenvolvida seguindo uma metodologia de desenvolvimento de produto que será detalhado a seguir.

2. Metodologia

O desenvolvimento de um produto requer um conceito amplo no qual abrange todo o processo de transformação de informações necessárias para a identificação de uma demanda, a produção e o seu uso. Para isto, existem conjuntos de atividades nas quais objetiva-se chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, sendo para isto essencial conhecer as necessidades dos clientes.

A principal etapa no desenvolvimento de um projeto diz respeito às decisões tomadas no início do processo, principalmente no levantamento de informações onde são definidos os requisitos de usuários e suas necessidades. Existem diversos métodos propostos para atender diferentes setores industriais. O método que será utilizado está baseado no chamado Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PRODIP). Este método foi desenvolvido pelo Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (NEDIP), pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O modelo é dividido em nove etapas pertencentes a três macrofases: planejamento, projeção e implementação, conforme está apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Etapas de desenvolvimento do projeto PRODIP.



Segundo Back et al. (2008), a primeira etapa, de planejamento, considera as ações para a elaboração do plano de projeto, visando orientar o desenvolvimento do produto e suas demais fases. Já, na etapa de projeção tem-se todo o desenvolvimento propriamente dito para criar o produto, ou seja, a transformação das informações de necessidades em informações técnicas detalhadas da solução proposta. Esta macrofase é composta pelas etapas de projeto informacional, conceitual, preliminar e detalhado (BACK et al., 2008).

O projeto informacional é a fase da projeção onde são desenvolvidas as especificações de projeto definidas através dos requisitos de projeto, sendo este último originado do desdobramento dos requisitos e necessidades de usuários (FONSECA, 2000).

Já o projeto conceitual tem por objetivo desenvolver as concepções alternativas para a função de projeto. As concepções geradas são avaliadas com base em critérios técnicos e econômicos e a solução que foi devidamente selecionada seguirá para as etapas que compõem o projeto preliminar (FONSECA, 2000).

Para ilustrar melhor todas as atividades que foram executadas seguindo a método PRODIP, na

Tabela 1 estão resumidos os objetivos de cada atividade, as ferramentas utilizadas tanto durante as etapas do projeto informacional quanto do conceitual, assim como, o resultado de cada uma delas.

Tabela 1- Ferramentas utilizadas no desenvolvimento do projeto.

Macrofase	Objetivo	Método	Resultados
Projeto Informacional	Definir ciclo de vida do produto	Brainstorming Pesquisa em literatura técnica	Ciclo de vida
	Definir principais interessados	Brainstorming Pesquisa em literatura técnica	Definição dos stakeholders
	Definir Necessidade dos usuários	Brainstorming Pesquisa em literatura técnica	Necessidade de usuários
	Definir Requisitos de usuários	Classificação apresentada em (FONSECA, 2000)	Requisitos de usuários, Ponderação e Classificação
	Definir requisitos de projeto	Brainstorming Pesquisa em literatura técnica	Requisitos de projeto
	Avaliação dos requisitos de projeto	Casa da qualidade	Ponderação dos requisitos de projeto
	Definição das especificações de projeto	Reunião de projeto	Especificações de projeto
Projeto Conceitual	Definição da função global do produto	Reunião de projeto	Identificação da função global de projeto com suas entradas e saídas
	Definir a estrutura de subfunções do produto	Reunião de projeto	Estabelecimento das subfunções e suas correlações de entradas e saídas
	Gerar princípios de soluções do produto	Método de criatividade (brainstorming, pesquisa de patentes, etc...)	Soluções para todas as subfunções
	Gerar possíveis concepções do produto	Combinações das soluções através da matriz morfológica	Definição das possíveis soluções
	Selecionar concepções do produto	Exame "passa ou não passa" e função mérito	Classificação das concepções e definição da mais adequada

Após todas as etapas cumpridas é possível obter um leiaute preliminar do equipamento e seguindo as demais etapas do modelo PRODIP tem-se um protótipo de uma bancada pressurizada experimental para a realização de testes.

3. Resultados e Discussões

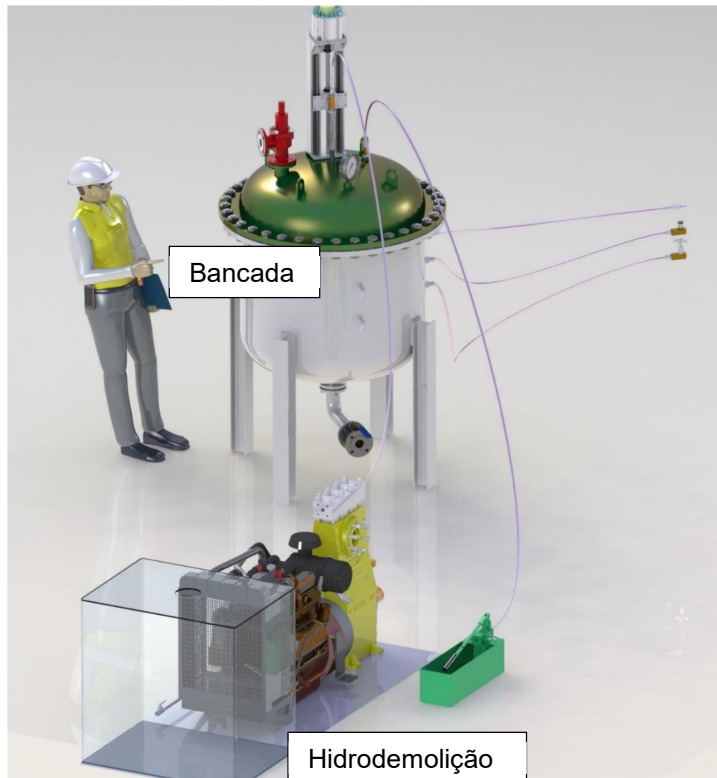
A partir do exposto acima é possível obter um leiaute de uma bancada para experimentos, simulando as condições do pré-sal, no qual será verificada a possibilidade da substituição das atuais brocas usadas na perfuração das camadas para a tecnologia de hidrodemolição.

Basicamente, ao desenvolver um sistema pressurizado algumas normas regulamentadoras e critérios de projeto já estabelecidos e comprovados devem ser seguidos. Desta forma é possível garantir a integridade física do equipamento e de seus usuários. Com isso, a bancada deve atender basicamente a três normas: NR12, NR 13, ASME Seção VIII.

Após analisar as características de perfuração e estudar as normas de segurança, e seguindo o método PRODIP, foi possível ter uma definição dos componentes da bancada, bem como a forma como estes serão inseridos no conjunto final. Dessa forma pode-se visualizar o leiaute mostrado na

Figura 2.

Figura 2 – Leiaute da bancada inserida no sistema total



A bancada é um sistema pressurizado composto por: compartimento de corpo de prova; conexões e vedação; controle do bico de corte de jato d'água; sistema de reutilização do fluido.

Com relação ao compartimento do corpo de prova, corresponde a colocação da amostra em seu suporte, a fixação no mesmo, e o posicionamento do conjunto na bancada.

As conexões e sistemas de vedação do equipamento serão divididos em duas partes: a primeira corresponde à forma construtiva da seção de entrada do corpo de prova e as conexões dos acessórios externos da bancada; a segunda corresponde à vedação do sistema de movimentação do bico de corte.

O sistema de movimentação do bico de corte será projetado de forma semelhante a um pistão que se desloca dentro da camisa de um cilindro hidráulico, sendo assim será usado vedações dinâmicas adequadas para esse tipo de montagem.

Todo o controle do sistema será feito através de um software para controle de máquinas CNC, no qual será possível definir taxa de avanço, tempo e distância de movimentação, dentre outros parâmetros.

Para que o fluido utilizado nos testes possa ser reusado, primeiramente deverão ser captar os detritos do corpo de prova, e isso será feito através de um sistema de peneiras instalado no fundo do vaso de pressão, de forma que os detritos se depositem ali por

gravidade.

A bancada deverá possuir uma válvula de segurança ajustada para abrir na PMTA (Pressão Máxima de Trabalho Admissível). Além disso, o software utilizado para o controle do movimento vertical do bico de jato d'água terá um botão de parada de emergência, para no caso de algum imprevisto, ser imobilizado rapidamente.

A bancada em desenvolvimento será de grande valia para inovações tecnológicas na área de exploração de petróleo, com o objetivo de substituir as brocas atualmente utilizadas. Estas brocas são desgastadas com o uso e necessitam de substituições constantes. São também de alto valor agregado. A substituição pela hidrodemolição (jato d'água de alta pressão e vazão) poderia minimizar o custo da exploração, por exemplo. Além disso, o tempo de execução pode ser reduzido devido às altas taxas de avanço.

4. Conclusão

Atualmente, a tecnologia empregada para a perfuração de poços de petróleo utiliza sistemas de brocas rotativas, existindo uma grande diversidade destas. A escolha do tipo mais adequado dependerá das características da formação rochosa, estando associado principalmente em função do grau de dureza e abrasividade que afetam fortemente no desgaste das ferramentas de corte.

Na tentativa de minimizar o desgaste nas brocas, estudos vem sendo realizados incluindo jatos d' água como elemento auxiliar, limpando o fundo do poço e cortando formações de baixa dureza.

Já, a aplicação de jato d' água pode alcançar taxas de remoção volumétrica relativamente elevadas, e com todas as características a serem levantadas foi desenvolvida uma bancada pressurizada para simular situações reais e estudar a viabilidade de substituição da broca de corte por jato d' água de alta pressão e vazão.

Os resultados dos testes permitirão a determinação da curva de resposta das variáveis de controle, envolvendo a taxa de remoção volumétrica, a sustentabilidade das regiões vizinhas e, a profundidade de corte, com relação aos fatores de influência, temperatura e pressão. Com isto, pode-se comparar a eficiência técnica da hidrodemolição em relação às

atuais tecnologias.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao MCT/FINEP pelo projeto 2020/10 e a Universidade Federal de Santa Catarina pelo laboratório oferecido para a realização das pesquisas.

6. Referências

BACK, N. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. Ed. Manole, Barueri, 2008.

DUSSEAULT, M.; MAURY, V.; SANFILIPPO, F.; SANTARELLI, F. **Drilling around salt: risks, stresses, and uncertainties**. American Rock Mechanics Association. Texas, 2004.

FONSECA, A. J. H. **Sistematização do Processo de Obtenção das Especificações de Projeto de Produtos Industriais e sua Implementação Computacional**. Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

HAPNES, M. **Drilling in salt formations and rate of penetration modelling**. Dissertação de Mestrado. Norwegian University of Science and Technology. Faculty of Engineering Science and Technology. Department of Petroleum Engineering and Applied Geophysics. 2014

ISRAEL, R.; AMBROSIO, P.; LEAVITT, A.; SHAUGHNESSY, J.; SANCLEMENTE, J. **Challenges of directional drilling through salt in deepwater gulf of mexico**. SPE, Society of Petroleum Engineers, 2008.

MOMBER, A. **Hydrodemolition of concrete surfaces and reinforced concrete structures**. Elsevier, 2005.

WILLSON, S.; FREDRICH, J. **Geomechanics considerations for through and near-salt well design**. SPE, Society of Petroleum Engineers, Texas, 2005.