



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENG. QUÍMICA
CURSO DE ENG. DE PETRÓLEO**

JOSÉ NEIL DE OLIVEIRA PEREIRA JÚNIOR

**O USO DE FERRAMENTAS AUDIOVISUAIS NO AUXÍLIO DO ENSINO DA
ENGENHARIA DE PETRÓLEO**

FORTALEZA

2017

JOSÉ NEIL DE OLIVEIRA PEREIRA JÚNIOR

O USO DE FERRAMENTAS AUDIOVISUAIS NO AUXÍLIO DO ENSINO DA
ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Eng. De Petróleo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Petróleo.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Moreira da Rocha Ponte

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P492u Pereira Júnior, José Neil de Oliveira.
O uso de ferramentas audiovisuais no auxílio do ensino da engenharia de petróleo / José Neil de Oliveira
Pereira Júnior. – 2017.
44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,
Curso de Engenharia de Petróleo, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Vitor Moreira da Rocha Ponte.

1. Educação. 2. Engenharia. 3. Controle de Poço. 4. Kick. 5. Mídias. I. Título.

CDD 665.5092

JOSÉ NEIL DE OLIVEIRA PEREIRA JÚNIOR

O USO DE FERRAMENTAS AUDIOVISUAIS NO AUXÍLIO DO ENSINO DA
ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Eng. De Petróleo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de graduado em Engenharia de Petróleo.

Aprovada em: 18/07/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Vitor Moreira da Rocha Ponte (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Pedro Felipe Gadelha Silvino
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Filipe Xavier Feitosa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Adriano Sampaio Lima
DeVry Educacional do Brasil (DeVry-FANOR)

A Deus.

Aos meus pais, Anilma e Neil.

Às minhas avós, Maria e Antônia.

AGRADECIMENTOS

A minha família que vem me dando suporte ao longo de toda minha vida para buscar meus objetivos pessoais e profissionais.

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio durante o período que passei fazendo intercâmbio pelo programa Ciências sem Fronteiras.

Ao Prof. Dr. Vitor Moreira da Rocha Ponte, pela excelente orientação e pela paciência, não somente com este trabalho, mas também com a minha carreira.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Me. Pedro Felipe Gadelha Silvino, Prof. Me. Filipe Xavier Feitosa e Prof. Me. Adriano Sampaio Lima pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas da turma de graduação, pelas reflexões, críticas, sugestões recebidas e momentos compartilhados ao meu lado.

RESUMO

Nesse trabalho foi discutido o uso de ferramentas audiovisuais no auxílio do ensino na engenharia de petróleo. Em um mercado tão competitivo em que a sociedade está imergida, a qualificação individual tem se tornado um fator crítico para se alcançar o sucesso. Para que seja atingido um maior grau de educação, a metodologia deve ser selecionada de modo que se possa aumentar a eficiência do processo de aprendizado. Para manter o interesse e melhorar o aprendizado dos alunos, pode-se utilizar de ferramentas mais modernas e interativas. A elaboração de vídeos com caráter educativo tem benefícios tanto para o aluno, que aproveita de uma melhor didática, acessibilidade e interatividade, quanto para o professor, que acaba vendo o seu conteúdo de maneira diferente, através de um outro ponto de vista. Também está contido nesse trabalho um tipo de procedimento para a construção dos vídeos e as ferramentas necessárias para a execução de tal tarefa. Será apresentado como foi construída a série de vídeos sobre *kicks* e controle de poço, mostrando quais os softwares utilizados, qual plataforma de vídeos foi selecionada para hospedar os vídeos e como foi feita a configuração desses vídeos. Também está contido nesse trabalho uma breve revisão bibliográfica sobre *kicks* e controle de poço, feita para a elaboração do *script*. Como amostra, foi introduzido o *script* e alguns *printscreens* do primeiro episódio da série, onde foi feita a apresentação dos tópicos a serem abordados e uma breve introdução ao conteúdo, definindo *kicks* e quais suas possíveis consequências.

Palavras-chave: Educação. Engenharia. Controle de Poço. *Kick*. Mídias. Audiovisual. Vídeos.

ABSTRACT

In this paper it was discussed the use of audiovisual tools in the assistance of petroleum engineering teaching. In such a competitive market where the society is immersed, the individual qualification is a critical factor to achieve success. To achieve a higher level of education, the selected methodology must be able to enhance the efficiency of the learning process. To keep the interest and to improve the learning capacity of the students, it is possible to use more modern and interactive tools. The elaboration of videos with education purposes has benefits for both the students, who rejoices of better didacticism, accessibility and interactivity, and teachers, who can see his content in another way, in a different point of view. Also, in this work it can be found a procedure type for the construction of the videos and the necessary tools to execute such task. It will be presented how was constructed the series of videos about kicks and well control, showing which software was used, which platform was selected to host the videos and how the videos were set. There is also a brief literature review about kicks and well control, aiming the elaboration of the videos scripts. As a sample, the script and some screenshots were taken for the first episode of the series, in which was made a presentation of the main topics of the series and a brief introduction about the content, defining kicks and its possible consequences.

Keywords: Education. Engineering. Well Control. Kick. Media. Audiovisual. Videos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	_Esquema básico de equipamentos de poço utilizado no episódio 4 da série. Adaptado de Santos (2013)	16
Figura 2	_ <i>Printscreen</i> de cenas do episódio 1 da série de vídeos “ <i>Kicks and Well Control</i> ”	18
Figura 3	_ <i>Printscreen</i> de cenas do episódio 1 da série de vídeos “ <i>Kicks and Well Control</i> ”	19
Figura 4	_ Representação das pressões da formação e do poço	20
Figura 5	_ Consequências de <i>kicks</i> descontrolados: <i>Deepwater Horizon</i>	21
Figura 6	_ Consequências de <i>kicks</i> descontrolados: <i>IXTOC</i>	23
Figura 7	_ <i>Printscreen</i> da tela final do episódio1	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico 1: Representação gráfica para as leituras de pressões nos manômetros. Adaptado de Santos (2013)	15
---	----

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca Registrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo	13
1.2	Justificativa	13
1.3	Estrutura	14
2	O USO DE FERRAMENTAS AUDIVISUAIS NO MEIO EDUCACIONAL	15
2.1	Histórico	15
2.2	Aplicação de vídeos em metodologias educacionais: <i>e-learning</i>	16
2.3	Efetividade da aplicação de vídeos	17
3	CONTRUÇÃO DO CONTEÚDO AUDIOVISUAL	19
3.1	Em relação ao conteúdo didático	19
3.2	Em relação ao equipamento e aos <i>softwares</i>	20
3.2.1	Áudio	21
3.2.2	Vídeo e <i>FaceCam</i>	21
4	<i>KICK</i> E CONTROLE DE POÇO	24
4.1	Episódio 1: Introdução	24
4.2	Episódio 2: Causas de <i>Kicks</i>	25
4.3	Episódio 3: Detecção de <i>Kicks</i>	27
4.4	Episódio 4: Equipamentos e fechamento de poço	28
4.5	Episódio 5: Cálculos básicos para o controle de poço	30
4.6	Episódio 6: Métodos de controle de <i>kicks</i> : método do sondador	33
4.7	Episódio 7: Métodos de controle de <i>kicks</i> : método do engenheiro	34
4.8	Episódio 8: Métodos de controle de <i>kicks</i> : métodos volumétricos	35
4.9	Episódio 9: Métodos de controle de <i>kicks</i> : métodos não-convencionais.	37
4.10	Episódio 10: Problema sugerido	38
5	<i>KICK KICKS AND WELL CONTROL</i> – exemplo de vídeo	40
6	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44

1 - INTRODUÇÃO

1.1. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo mostrar as vantagens e a importância da aplicação de tecnologia de mídias audiovisuais no ensino da engenharia de petróleo, mostrando como proceder na elaboração desse material.

Durante o desenvolvimento desse trabalho, será mostrado como foi elaborado a série de dez (10) vídeos sobre *Kick* e controle de poço, como desenvolver os vídeos, como o conteúdo foi selecionado e como foi configurado.

1.2. Justificativa

A difusão do conhecimento vem passando por uma evolução ao longo dos anos. Desde o início da humanidade, o conhecimento vem sendo passado pelos mais experientes, os anciãos, e a cultura da tribo mantinha esse conhecimento vivo. Com o desenvolvimento da escrita passamos a poder armazenar de maneira mais segura esse conhecimento e passamos a atingir mais pessoas. Com a alfabetização de uma maior parcela da população, houve a necessidade de se evoluir as técnicas de ensino. Inicialmente os livros possuíam pouca didática, livros pobremente escritos, em preto em branco e com conteúdo disperso e superficial e se percebeu a necessidade de melhorar a didática desses livros. Livros coloridos com gráficos e imagens ilustrativas começaram a surgir e o alcance dos livros foi se expandindo. Hoje a internet tem sido a revolução para a didática e o ensino. O conteúdo *online* apresenta formas diferentes de didática que podem auxiliar na visualização e no entendimento de maneira que livros e aulas expositivas não alcançam. A utilização de multimídias, animações e conteúdo interativo tem facilitado o entendimento e tem expandido o alcance desses assuntos a um público maior e mais focado.

Mesmo com a evolução dos meios de transmissão do conhecimento, os professores assumem papel principal no ensino, servindo de intermediador entre o conhecimento científico e técnico e o aluno. Antes, para se atingir uma educação de qualidade, havia a necessidade de contratar professores com alto grau de

escolaridade e proficiência, que tivesse a habilidade de passar o conhecimento em que era especializado de maneira concisa e eficiente. Mas nem sempre esses profissionais estão disponíveis no mercado. Em regiões mais isoladas, na maioria das vezes, em zonas rurais ou menos desenvolvidas, longe das grandes metrópoles e áreas de maior desenvolvimento econômico, esse tipo de profissional não está disponível. Com o desenvolvimento de técnicas de ensino online, o conhecimento terá a possibilidade de atingir esses locais e, virtualmente, toda a população no mundo. Hoje, temos acesso aos mais diversos assuntos em forma de vídeo em plataformas de multimídia como o *Youtube*, *Vimeo* ou *Dailymotion*, o que facilita a difusão do conhecimento.

1.3. Estrutura

O trabalho consiste de um resumo bibliográfico de métodos de ensino aplicados na engenharia com o uso de vídeo, instruções de como elaborar tais vídeos e um resumo bibliográfico sobre o assunto desenvolvido nos vídeos, que no caso é controle de *Kicks* e controle de poço, com a utilização referências, tais como: livros, artigos e teses. O trabalho será composto, resumidamente, pelas seguintes atividades:

- 1- Introdução: onde é feita a definição do objetivo e das justificativas pelas quais esse trabalho está sendo feito.
- 2- Vídeos como ferramentas de ensino: Revisão bibliográfica acerca do tema.
- 3- Construção dos Vídeos: como desenvolver os vídeos, as possíveis configurações, Softwares utilizados.
- 4- Revisão bibliográfica sobre o tema abordado nos vídeos, *Kicks* e controle de poço: Definições e cálculos básicos, causas, detecção, procedimentos, equipamentos básicos de segurança de poço, métodos de controle de *Kick* e um exemplo sugerido para a aplicação do que foi exposto.
- 5- Lista de vídeos: conteúdo dos vídeos.
- 6- Conclusão: breve comentário sobre o que se espera como resultado para os vídeos.

2 – O USO DE FERRAMENTAS AUDIOVISUAIS NO MEIO EDUCACIONAL

2.1. Histórico

Com o avanço da tecnologia, o mundo em que vivemos tem sofrido grandes impactos e grandes mudanças, seja na forma das pessoas se relacionarem, na forma de se comunicar ou na forma de se entreter. Na educação não é diferente. O modelo clássico de educação vem sendo mudado e tem se desenvolvido uma metodologia bastante diferente do que era no passado. Tem-se incorporado a essa metodologia a utilização de novas tecnologias que permite uma maior imersão do aluno nos mais diversos temas.

Antes da internet e do desenvolvimento de um mundo globalizado como vemos hoje em dia, não havia tido uma grande mudança na metodologia educacional. Somente os livros sofreram mudanças. Passaram de impressões em preto e branco, como pouca didática, para livros coloridos, com melhor qualidade de impressão, com maior interatividade e melhor didática. A internet tem revolucionado os métodos educacionais pela interatividade superior, maior facilidade de visualização dos mais diversos conteúdos, pela facilidade de acesso e de atualização, o que tem feito como que o aprendizado tenha um processo mais conciso e estimulador para os estudantes, facilitando assim o entendimento e aumentando a eficiência das metodologias de ensino (JANITOR, J.; FECILAK, P.; JAKAB, F., 2012).

Em contrapartida a esse desenvolvimento e associação com a tecnologia, o modelo clássico de um único professor responsável pelo entendimento do seu conteúdo de especialização tem sido mantido. Para que esse modelo possa atingir um alto grau de qualidade, ele requer profissionais com altamente especializados, com conhecimento vasto sobre o assunto e que possuam a capacidade de transmitir o assunto com clareza e segurança para os mais variados tipos de alunos (JANITOR, J.; FECILAK, P.; JAKAB, F., 2012).

Restrições geográficas sempre foi um problema para a difusão de educação de qualidade. Geralmente, em áreas rurais mais distantes dos grandes centros urbanos, é complicado encontrar profissionais adequadamente qualificados para a transmissão de um conteúdo com qualidade. Para assuntos mais complexos

e avançados, fica complicado a distribuição desses professores, o que acaba que o meio rural fica desprovido de profissionais capazes de se aproveitar dessas informações para desenvolver essas áreas. O fenômeno do *e-learning* tem sido uma alternativa à essa problemática e à metodologia clássica de ensino e vem conquistando seu espaço junto ao mercado. Tem sido ofertado uma maior infraestrutura, fazendo alocações via *Cloud* de diversos materiais, ferramentas e serviços que auxiliam na distribuição mais eficiente de conteúdos educacionais. Quando se fala nesse assunto, tendemos a lembrar somente de cursos online e negligenciamos o poder dos fóruns de discussões, opções de comentários em vídeos e colaborações entre desenvolvedores de conteúdo.

2.2. Aplicação de vídeos em metodologias educacionais: *e-learning*

Um dos problemas clássicos de estudantes é a questão da visualização dos conceitos e problemas. Nem sempre é possível fazer demonstrações de equipamentos ou técnicas, principalmente em áreas da tecnologia em que há uma grande preocupação com a exclusividade de técnicas e equipamentos, como é na engenharia, ou própria indisponibilidade por questões de custos ou viabilidade. Nem sempre as empresas estão dispostas a disponibilizar seu equipamento e seus procedimentos para fins didáticos acadêmicos e com isso fica complicado a visualização de fenômenos e técnicas por alunos dos mais diversos níveis. Outro problema é a forma que os alunos reagem aos conteúdos que são passados. Nem sempre o modelo clássico de educação consegue prender a atenção desses alunos ou passa com clareza o assunto abordado e acaba com que eles percam interesse na matéria. Uma ferramenta que vem ajudado bastante com esses problemas tem sido os vídeos.

Cursos em formato de vídeo tem sido a principal formatação para o *e-learning*. Como define S. GOYAL (2012), *e-learning*, ou *edutainment learning* (Aprendizagem com entretenimento educativo), “[...] pode ser definido como a ciência do aprendizado sem a utilização de material instrucional impresso em papel.” ZHANG et al. destacou (apud BALOIAN et al., 2000; KUMAR et al., 2001; PICCOLI et al., 2001) que o *e-learning* tem como benefícios a flexibilidade para local e horário, redução de custos para instituições educacionais, como custos de localização, custos com material gráfico, cria ambientes colaborativos para o aprendizado,

permite o acesso ilimitado de conteúdo e permite que o conteúdo seja constantemente atualizado.

2.3. Efetividade da aplicação de vídeos

A *CISCO* estima que em 2021, 81% de todo o conteúdo consumido da internet no mundo, será em formato de vídeo. Ou seja, o formato de vídeo vem como uma grande tendência para a transmissão de informações e entretenimento e já começamos a utilizar esse formato aplicado na educação. Educação via vídeo é uma maneira dinâmica, atrativa e consistente de se apresentar as mais diversas informações, indo das mais simples às mais complexas.

Em 1986, o professor Robert B. KOZMA percebeu que vídeos com caráter educacional aplicados de maneira linear, isto é, em formato contínuo, sem divisão no conteúdo, como aplicado nos primórdios da educação a distância via programas de TV ou em formato de CD ou em outras mídias lineares, não havia resultados em termos de melhora na transmissão da informação e no aprendizado do aluno. Nem sempre programas voltados a educação nesses formatos faziam com que o aluno diferenciasse esse novo meio de aprender da metodologia de sala de aula o que trouxe resultados insatisfatórios em relação ao ensino tradicional.

De acordo com ZHANG et al. (2005), os avanços recentes na tecnologia de informação têm trazido resultados positivos em relação a metodologias de ensino que utilizam vídeos. Tecnologias de interatividade em vídeo e cursos não-lineares tem trazido melhores resultados em termos de atratividade e interesse por parte dos alunos. ZHANG et al. (2005) atribui como uma das principais causas para esse resultado a possibilidade de acesso ao conteúdo de maneira avulsa, sem que precise acessar todo o conteúdo para se ter acesso ao conteúdo alvo, além de ter um tempo de procura pelos vídeos bastante reduzido. ZHANG et al. (2005) define “[...] vídeos interativos como o uso de sistemas computacionais para permitir o acesso proativo e aleatório de conteúdo em vídeo baseado em consultas e pesquisas. ” Com as ferramentas de pesquisa, temos acesso rápido e fácil a qualquer conteúdo que seja de nosso interesse sem que haja grandes dificuldades. As principais plataformas de vídeo possuem ferramentas de pesquisa que tomam frações de segundos para executar uma pesquisa sobre o assunto desejado.

Em relação a utilização de vídeos para a formação de engenheiros,

podemos destacar a facilitação na visualização e, conseqüentemente, no entendimento de matérias que normalmente teria um caráter muito abstrato. Podemos, via vídeo, fazer a descrição de fenômenos físicos, de equipamentos ou estruturas por meio de animações, filmagens ou fotos, algo que antes não era viável. A associação de uma descrição visual de fenômenos a descrição matemática em forma de equações facilita bastante o entendimento desses fenômenos. Em relação a equipamentos, geralmente, no meio universitário, existe laboratórios e protótipos de equipamentos e projetos que facilitam a visualização e o entendimento do aluno, mas nem sempre esses recursos mostram algo realista. Em formato de vídeo, podemos fazer a associação desses recursos universitários com amostras fornecidas e fazer a comparação. É nesse ponto que as gravações de vídeo mostram sua importância, ter acesso a configurações reais de equipamentos que normalmente não seria possível por causa de custos. Para o educador, ter a disponibilidade de se passar um material desse tipo é algo que ajuda bastante e facilita o entendimento de todos (MARQUES et al.,2013).

Ainda em relação ao professor-educador, a elaboração de um material em formato de vídeo pode resultar em dois tipos principais de aprendizado: reflexão individual e reflexão colaborativa. Em um estudo elaborado por ZHANG et al. 2010, foi pedido a um grupo de professores para analisar seus vídeos. Em geral, os professores reportaram que a auto análise tem importância grande em relação a identificação de problemas em sua didática. Em relação ao conteúdo, os professores comentaram que conseguiram identificar melhor na matéria onde eles deveriam focar mais enquanto estivessem em sala de aula. Outro comentário relevante foi que a avaliação dos colegas de profissão fez com que o professor em análise tivesse acesso a detalhes em sua didática que não conseguisse perceber.

3 – CONSTRUÇÃO DO CONTEÚDO AUDIOVISUAL

Nesse tópico, será feita a discussão de como fazer a elaboração do material audiovisual. Será apresentado o procedimento dividido em tópicos para a organização do material. Nesse procedimento será apresentado o formato da série, a sequência dos episódios, formatação dos vídeos, idioma selecionado, plataforma de vídeos selecionada e os equipamentos utilizados para as gravações e edições de vídeo.

3.1. Em relação ao conteúdo didático

Em relação ao conteúdo dos da série de vídeos “*Kicks and Well Control*” (*Kicks e controle de poço* em português), foi escolhido o assunto de controle de poço com enfoque no controle de *kicks*. A sequência dos episódios foi a seguinte:

1. *Introduction to kick and Well control*: breve introdução sobre o curso, definindo *kick* e suas possíveis consequências;
2. *Causes for kicks*: exposição das possíveis causas de *kicks*;
3. *Kick Detection*: como identificar *kicks* e seus principais indicadores;
4. *Shut in Procedures and Well Security Equipment*: procedimentos para o fechamento e definição dos equipamentos básicos de segurança de poço.
5. *Basic calculations for well control*: Principais cálculos, informações e definições para se fazer o controle de poço adequado.
6. *Well Control Procedures – Driller’s Method*: procedimento de controle de *kick* conhecido como método do sondador.
7. *Well Control Procedures – Wait-and-Weight Method*: procedimento de controle de *kick* conhecido como método do engenheiro.
8. *Well Control Procedures – Volumetric Methods*: procedimento de controle de *kick* conhecido como métodos volumétricos.
9. *Well Control Procedures – Unconventional Methods*: comentários sobre procedimentos não-convencionais de controle de *kick*.
10. *Final episode - Suggested Problem*: Problema sugerido e sua resolução.

Os vídeos foram feitos em formato de *Voice-Over* com clips de FaceCam, ou seja, o assunto foi abordado através da narração de um script com a parte visual sendo tópicos, gráficos ou imagens relacionadas com o assunto com gravações de rosto com comentários pertinentes e importantes sobre o assunto. O script foi elaborado fazendo a separação desses dois recursos e um detalhamento sobre o que a parte visual abordará. Foi selecionado o idioma inglês para que possa alcançar um maior público e para que a série tenha maior visibilidade.

O conteúdo foi exposto em forma de apresentação, com a utilização de imagens tópicos, gráficos e animações para auxiliar no entendimento do espectador. O assunto se apresenta bastante fragmentado, já que, como discutido no tópico anterior, uma maior interatividade representa um público mais engajado e mais interessado no assunto. Os vídeos possuem de 3 a 6 minutos, com conteúdo conciso e direto, sem grandes devaneios.

A plataforma de vídeos selecionada foi o *YouTube®* devido a sua grande popularidade e sua simplicidade no gerenciamento dos vídeos. Outro fator determinante na seleção dessa plataforma foi a seção de comentários individuais para cada vídeo. Nessa plataforma são possíveis as interações entre os criadores de conteúdo e os espectadores ou entre os próprios espectadores, sendo assim um ambiente favorável a melhorias e difusão de informações. Outro aspecto interessante é a agregação e organização do conteúdo, sendo possível fazer a ligação entre os episódios de maneira simples e prática. Além disso, é possível a opção da elaboração de legendas e contribuir com a comunidade do *YouTube®* para que todos tenham acesso a informação de maneira mais fácil.

3.2. Em relação ao equipamento e aos *softwares*

O único equipamento que foi utilizado para executar as gravações foi um smartphone *Samsung Galaxy J7 Prime* com processador *OctaCore* de 1,6Ghz, memória RAM de 3 GB, câmera CMOS de 13 MP, Sistema operacional *Android 6.0.1 Marshmallow* e microfone com redução de ruído. Esse smartphone é considerado intermediário em relação aos outros, o que mostra que para fazer um conteúdo de qualidade não precisamos de equipamentos de ponta.

Para fazer a edição, foi utilizado o notebook *Lenovo Y510P* processador Intel *inside* core i7-4700MQ CPU @ 2.40GHz, com 8GB de RAM, Sistema

Operacional Windows®8.1. Esse equipamento permitiu que a edição dos vídeos fosse feita de maneira simples e pratica, sem grandes problemas com a utilização dos *softwares*.

3.2.1. Áudio

O J7 prime vem equipado com um microfone com redução de ruído e com um aplicativo especializado na gravação de voz, no caso o Gravador de Voz Samsung versão 20.1.83-92. O script foi dividido de maneira que estabelecesse claramente os fragmentos a serem narrados. Como foi mencionado anteriormente, todo o conteúdo dos vídeos foi feito em inglês, para se alcançar um maior público. Foi mantida a fluidez dos fragmentos para que os áudios ficassem contínuos e compreensíveis.

Mesmo com o microfone com redução de ruído, nem sempre é possível evitar que houvesse certo ruído nas gravações. Ruídos externos, interferência eletrostática e eco estavam atrapalhando a qualidade dos áudios e foi necessário a utilização de um software específico que tivesse a opção de redução de ruídos. Foi escolhido o *Audacity® free audio editor*, software especializado na edição e gravação de áudios, disponível em <http://www.audacityteam.org/download/>. Nesse software, existe a opção de *Noise Reduction* (redução de ruído) onde se pode identificar o trecho que contém um ruído e que não contenha voz, e pode-se utilizar esse trecho como *Noise Profile* (perfil de ruído), que será aplicado para todo o arquivo, reduzindo a intensidade do ruído. O ruído foi reduzido em 18 dB, por apresentar menor grau de distorção no arquivo total. Além do ruído de fundo, é possível identificar ruídos produzidos pelo operador, como ruídos relacionados a respiração ou ruídos produzidos pela boca e é possível remove-los. No resultado final, o áudio ficou limpo, sem possíveis distrações para os possíveis espectadores.

No final de cada vídeo, foi inserido uma tela final, que tem os links para continuar assistindo a série ou para acessar o canal.

3.2.2. Vídeo e FaceCam

Para a gravação de vídeo foi utilizada a câmera do Smartphone *Samsung Galaxy J7 Prime* de 13 Megapixel com resolução de 4160 x 3120 pixel,

lente F 1.9, com sistema de autofoco e de estabilização. Os vídeos foram gravados em Full HD com 30fps. Como citado anteriormente, esse é um smartphone de valor intermediário no mercado e com ele foi possível criar filmagens de boa qualidade e bom som, resultando em vídeos de até 720p.

Para a edição dos vídeos, foi utilizado o VSDC *Video Editor*® *Free Edition* v5.7.7.702, disponível em <http://www.videosoftdev.com/free-video-editor/download>. Nesse editor de vídeo, foi feita a organização de cada episódio, inserção efeitos de áudio e vídeo, adição objetos a vídeos, corte e divisão vídeos e áudios, adição filtros de vídeo, alteração nas durações, velocidades e volume de áudios e vídeos. Ainda pode se adicionar gráficos gerados pelo próprio editor, animações e imagens. Para concluir o episódio, foi feita a conversão do projeto para o formato de vídeo da nossa vontade.

Em termos de configurações, foi selecionado as de maior qualidade utilizando o codec H.264 AVC, resolução de 1920x1080 pixels, com *framerate* de 30fps, tendo um output de vídeo em .AVI resultando em um vídeo de ótima qualidade de imagem e som com um tamanho relativamente pequeno. O H.264 é um padrão de *codec* que compacta arquivos de vídeo digital para que seja utilizado somente metade do espaço de um arquivo normal, sem percas na qualidade do vídeo.

Nos vídeos, tem trechos em que foi inserido gravações no estilo *FaceCam*, que é a gravação do rosto. Nessas gravações, foi utilizado o mínimo de tempo possível, somente para destacar alguma parte importante do assunto, para fazer a introdução do vídeo e para finalizar os vídeos. Como nos áudios, os vídeos estavam com certa taxa de ruído e foi necessário a remoção de tais ruídos no *Audacity*®, pois a opção de redução de ruído de áudios do editor de vídeos é disponível apenas para a versão PRO. Foi utilizado também os filtros de “*Auto Levels*”, “*Auto Contrast*” e “*Strong Sharpen*” para atingir uma melhor e mais confortável resolução para os vídeos. Não foi utilizado efeitos de vídeo e áudio de maneira excessiva, para manter o foco dos vídeos no conteúdo e não na parte visual, utilizando somente de efeitos simples de transição, como *Fade in* e *Fade out*.

Além das gravações, foi utilizado imagens produzidas no *Open Paint beta* 1.2, programa de design gráfico simples disponível em <https://sourceforge.net/projects/openpaint/>. Essas imagens foram constituídas de simples textos ou simples desenhos para servir de base para as gravações de áudio

narrado. Em alguns vídeos, foi utilizado auxílio de simples animações para representar fenômenos e processos, que foram produzidas com o auxílio do LibreOffice. O LibreOffice serviu como base para um esquema de imagens produzidas no *Open Paint beta 1.2* para produzir as animações. As animações devem ser o mais simplistas o possível, para que atingisse configurações mais gerais e para que ficasse bastante claro, sem tirar o foco do aluno do conteúdo.

No próximo tópico, será abordado o conteúdo dos vídeos, trazendo uma visão geral sobre *kicks* e controle de poço.

4. KICKS E CONTROLE DE POÇO

4.1. Episódio 1: Introdução

No primeiro episódio da série de vídeos foi feita uma apresentação do curso sobre *Kicks* e controle de poço, listando os assuntos que serão tratados na série, que são a definição de *kick* e suas consequências, suas causas, como detectar um possível *kick*, como promover o fechamento do poço e alguns equipamentos básicos de segurança de poço, alguns conhecimentos e cálculos básicos para se aplicar no controle de poço e como proceder em caso no caso de um *kick* iminente ou se um *kick* já está acontecendo.

Para começar, SANTOS (2013, p.17) define *Kick* como o fluxo do fluido da formação para o interior do poço. Fisicamente esse processo ocorre se a pressão da formação for maior do que a pressão no poço em uma formação permeável. Se de fato ocorrer um *kick*, dizemos que o controle primário do poço foi perdido, que é basicamente a pressão hidrostática exercida pelo fluido de perfuração. Caso o *kick* seja controlado e revertido com sucesso, dizemos que o *kick* foi morto. Se não, podemos ter como consequências perdas de tempo produtivo, riscos operacionais e a possibilidade de perda do poço e, em uma maneira mais violenta e descontrolada, podemos ter um *Blowout*. (ADAMS, 2006)

Blowout é o termo utilizado para nomear um *kick* descontrolado que fluiu do poço para a atmosfera, fundo do mar ou basicamente qualquer outro local fora do poço. De qualquer forma, o *Blowout* deve ser controlado e as instalações do poço deve conter planos e equipamentos prontos para agir contra essa ameaça. Além de impactos ambientais, um *Blowout* pode causar danos ao equipamento ou pode ter consequências fatais para os operadores.

Para poços em águas profundas (300 a 1500m) ou ultra profundas (acima de 1500m), Santos (2013) alerta sobre as particularidades inerentes a esse tipo de sonda e como a detecção do *kick* tem importância crítica. Os equipamentos de segurança instalados nessas sondas devem ser muito bem selecionados e configurados, já que a profundidade conta como um fator bastante agravante em relação a qualquer intervenção necessária no poço. Mais à frente iremos falar com mais detalhes sobre os equipamentos básicos de segurança de poço.

4.2. Episódio 2: Causas de *Kicks*

Então, para que não ocorra *kicks* durante a perfuração, a pressão do poço deve ser sempre superior a pressão da formação. Assim, se infere que as principais causas de *kicks* são todos aqueles motivos que façam com que a pressão no interior do poço diminua. Para que isso ocorra, ou nível fluido de perfuração ou sua massa específica devem diminuir, já que a pressão no interior do poço é governada por esses dois parâmetros. (SANTOS, 2013)

A causa predominante de *kicks*, é o peso insuficiente da lama de perfuração. Se durante a perfuração de uma zona, a pressão da lama de perfuração não for o suficiente para conter os fluidos da formação, pode haver a geração um influxo para o poço e tem a possibilidade de ocasionar um *kick*. Obviamente, podemos fazer com que a lama tenha uma maior massa específica através da adição de Baritina, um mineral incolor constituído de sulfato de bário. Devemos ter muito cuidado quando formos fazer mudanças no peso da lama pois devemos mantê-lo dentro da janela operacional (SANTOS, 2013). Essa janela operacional é o intervalo de pressões possíveis para se operar as operações de perfuração e esse intervalo é definido para as pressões entre a pressão de fratura poros e a pressão da formação. No caso, devemos manter a pressão da lama abaixo da pressão de fratura. (ROCHA E AZEVEDO, 2009)

Outra possível causa de *kick* seria o negligenciamento da manutenção do nível de fluido no poço durante qualquer manobra de retirada da coluna de perfuração. Quando fizermos esse tipo de manobra, devemos adicionar ao poço uma quantidade de fluido de perfuração equivalente ao volume do aço da coluna que foi retirado. Um tanque de manobra deve ser utilizado para auxiliar a bomba enquanto se executa esse preenchimento. Se houver suspeitas de *kick*, devemos desligar a bomba e observar se esta tem fluxo de fluido. Se sim, devemos fechar o poço imediatamente e aplicar um dos procedimentos de controle de *kick*.

Uma terceira causa de *kick*, é o Pistoneio. A Schlumberger define em Pistoneio como a redução na pressão do fundo do poço causada pelo movimento de uma tubulação ou qualquer equipamento que sele o poço. SANTOS (2013) define Pistoneio como o acontecimento do efeito pistão no fundo do poço resultando na queda da pressão do local e divide em dois tipos:

1. Mecânico: redução na pressão hidrostática dada pela remoção de uma parte do fluido de perfuração através da constrição do espaço anular.

2. Hidráulico: redução na pressão hidrostática no fundo do poço causada pela perda de carga do fluido resultante da fricção entre o fluido e o espaço vazio que este irá ocupar, após a remoção da coluna.

Devemos ter certeza que o Pistoneio tenha o mínimo de impacto e para assegurar isso podemos fazer uma redução na viscosidade do fluido antes da manobra ou reduzir a velocidade de remoção da coluna. É imperativo a detecção do pistoneio pois não podemos permitir que ocorra qualquer fluxo indesejado.

Uma outra possível causa, como definida por MITCHELL e MISKA (2011), a perda de circulação é a perda de fluido que está sendo bombeado para a formação, podendo ser causada por uma pressão anormalmente baixa de uma formação fraturada ou causada por um aumento na pressão do poço induzido pelo aumento do peso da lama ou pressão excessiva no espaço anular.

O último fator abordado no vídeo foi o corte de lama por gás. O SCHLUMBERGER *OILFIELD GLOSSARY* (2017) define corte de lama por gás como o fluido de perfuração que contem bolhas de gás dissolvidas nele, resultando em uma densidade específica menor do que a densidade do fluido sem bolhas. Esse gás foi originado durante o processo de perfuração e foi associado a lama. Quando esse fluido associado com gás estiver a caminho da superfície, esse gás sofre uma expansão e reduz a pressão hidrostática produzida pelo fluido, podendo assim causar um *kick*. No episódio, temos uma animação básica esquematizando a variação da massa específica do fluido com a variação da profundidade e da expansão do gás.

4.3. Episódio 3: Detecção de *Kicks*

Inicialmente, iremos falar dos indicadores primários de *kick*. O primeiro indicador é o aumento no volume de fluido de perfuração nos tanques. Segundo ADAMS (2006), se há um aumento no volume de lama nos tanques sem que se faça nenhum tipo de procedimento programado, isso pode indicar um *kick*. Segundo SANTOS (2013), um sensor de volume deve ser instalado em tanque de unidades de grande profundidade para que possamos nos manter informados do que está acontecendo. Esse ganho nos tanques pode estar sendo causado por um aumento no fluxo de retorno, podendo isso ser resultante da presença de um *kick* ou da expansão do gás da formação associado a lama. Se há fluxo mesmo com as bombas desligadas, devemos fechar o poço, pois existe a possibilidade de estar ocorrendo um *kick*.

Um outro indicativo é quando, durante a manobra de remoção da coluna de perfuração, o poço aceita menos fluido para o preenchimento do que o previsto.

Para sabermos se um *kick* já ocorreu, temos como primeira indicação de *kick* o aumento na taxa de penetração. A taxa de penetração é pode ser configurada através a da alteração de alguns parâmetros, como o peso sobre a broca, aumento na taxa de rotação da broca ou mudança na formação a ser perfurada. (SANTOS, 2013)

Outra indicação de *kick* é o aumento na velocidade da bomba devido a uma redução na pressão de circulação. Esse aumento pode indicar que a bomba está sobrecarregada por tentando manter a pressão no poço. Outra indicação ehh a presença de gás ou água salgada no fluido de perfuração.

A utilização de ferramentas MWD, *Measure While Drilling tools*, “ferramentas de medição enquanto perfura, pode oferecer informações diretamente do poço. Informações como propriedades do fluido de perfuração, parâmetros da formação e parâmetros da coluna de perfuração, pode ter papel fundamental na rápida detecção de um *kick* sem haver a necessidade do fluido chegar a superfície. Claro, essa velocidade na detecção depende na complexidade e na tecnologia do equipamento. Se as indicações de superfície forem mais rápidas dos que as dadas pelas ferramentas de MWD, estas podem ser consideradas como um recurso de confirmação do *kick*. (ADAMS, 2009)

4.4. Episódio 4: Equipamentos e fechamento de poço

Inicialmente foram definidos os principais equipamentos para segurança de poço seguindo a figura 1.

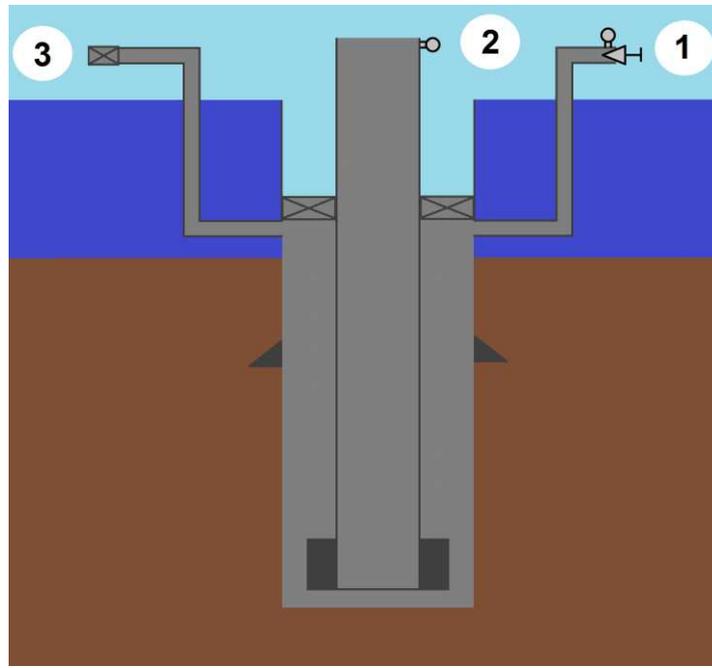


Figura 1: Esquema básico de equipamentos de poço utilizado no episódio 4 da série. Adaptado de SANTOS (2013)

Na figura acima, vemos em 1 a linha do *Choke* que é responsável pelo controle da taxa de fluxo de fluido e da pressão dentro do poço. Existe dois tipos de *Choke*: o ajustável e o fixo. O ajustável permite que parâmetros de fluxo de fluido e de pressão sejam ajustados e mudados ao mesmo tempo, o que oferece certo grau de flexibilidade para o sistema. O fixo trabalha apenas com um dos parâmetros porém ele possui uma resistência a erosão maior em relação ao ajustável, para casos de usos em ambientes mais abrasivos ou com maior tempo de operação.

Em 2, vemos a linha de matar (em inglês, *Kill Line*). A linha de matar é uma tubulação resistente a altas pressões e é usada apenas em situações de emergência, em que a coluna de perfuração está inacessível ou o BOP está fechado. Se ocorrer um *kick*, podemos usar essa linha para bombear certa quantidade de fluido para tentar controlar o influxo e a pressão do poço.

Em 3, temos o BOP, abreviação para *Blowout Preventer*. Esse equipamento é instalado no topo do poço e deve ser fechado em caso de perda no controle dos fluidos da perfuração. O BOP deve ser testado e inspecionado

regularmente, devido ao papel crítico que esse deve desempenhar em caso de emergência. O comportamento e o histórico do poço determinarão a frequência das inspeções. (SANTOS, 2013)

Agora que identificamos os principais equipamentos de segurança de poço, podemos discutir o procedimento de fechamento de poços. Se não tivermos dúvida sobre a ocorrência de um *kick*, devemos fechar o poço e checar as pressões nos manômetros. Antes de ir para os procedimentos de fechamento, devemos comentar sobre a polemica trazida por ADAMS (2009). Adams define fechamento lento, ou *soft shut in*, como aquele que o *choke* é aberto antes do fechamento do BOP e após esse evento, devemos fechar o *choke*. No fechamento brusco, ou *hard shut in*, o espaço anular é fechado imediatamente após o desligamento das bombas. Alguns argumentos em favor do fechamento lento dizem que ele evita o golpe de aríete, pressão anormal causada pela interrupção abrupta no fluxo de fluido. Mas não existe provas concretas de que, de fato, esse efeito não ocorra.

Assim, o procedimento padrão para o fechamento de poços é o seguinte:

1. Para a mesa rotativa. Se a sonda tiver um top drive, devemos elevar inicialmente a coluna um *tool joint* acima da mesa rotativa;
2. Elevar o Kelly um *tool joint* acima da mesa rotativa;
3. Fechar a válvula de segurança e o BOP;
4. Notificar os responsáveis da companhia;
5. Retirar o Kelly;
6. Abrir a válvula de segurança;
7. Anotar as pressões na coluna de perfuração, no *casing* e a pressão da linha de *choke*.

A pressão nos tubos de perfuração ganha o nome de SIDPP, do inglês *Shut In Drilling Pipes Pressure*, e a pressão na linha de *choke* recebe o nome de SICP, *Shut in Choke pressure*. Essas pressões serão importantes para se fazer os cálculos básicos para o controle de poço.

4.5. Episódio 5: Cálculos básicos para o controle de poço

Para começar, precisaremos de informações prévias e atualizadas para que possamos lidar com o *kick*. Inicialmente deveremos determinar a pressão máxima permissível no *Choke*. Devemos selecionar a maior das três seguintes pressões: (SANTOS, 2013)

1. Pressão de Teste para o BOP. Para um BOP submarino, devemos usar a seguinte equação (1):

$$P_{\max, \text{st}, \text{BOP}} = P_{\text{test}} - 0,052 \cdot D_w \cdot (MW - 8,5) \quad (1)$$

Onde D_w é a profundidade da lamina d'água em pés e MW é o peso da lama. Esse fator no final da equação é referente a pressão hidrostática da lamina d'água.

2. 80% da resistência a pressão interna do *casing*. Para sondas flutuantes, utilizaremos o fator referente a lamina d'água utilizado na equação (1).
3. Diferença de Pressão entre a de fratura da formação frente a sapata do último revestimento e a hidrostática da lama de perfuração até a sapata. Utilizamos a equação (2):

$$P_{\max, \text{st}, \text{BOP}} = 0,052 \cdot D_{\text{csg}} \cdot (\text{SGF} - \text{MW}) \quad (2)$$

Onde D_{csg} é a localização da sapata referida, em pés, SGF é a massa específica do fluido da formação, e MW é o peso da lama.

Devemos saber também as medidas para o *casing*, linha do *choke*, *riser*, linha de matar e basicamente qualquer equipamento instalado no poço. Utilizando essas informações podemos fazer os cálculos para o volume de aço, volume da lama utilizada, profundidade do poço e outros parâmetros. Devemos também estar a par das informações fornecidas pelos fabricantes das bombas. Parâmetros como o número de *strokes* (ciclos), eficiência volumétrica, e perda de carga associada são importantes para o cálculo de outros parâmetros necessários para o controle do poço. É importante conhecer o equipamento que estamos trabalhando.

Outro parâmetro importante que devemos calcular é a velocidade reduzidas de circulação. Usamos a seguinte equação (3):

$$\text{RCR} = Q / (42 \cdot \text{VD}) \quad (3)$$

Onde RCR é a velocidade reduzida da circulação, Q é a vazão, e VD é a eficiência volumétrica da bomba. Essa RCR é utilizada para a redução da fricção no equipamento em geral, para baixar a pressão de bombeamento, para permitir a operação na linha de *choke* e para permitir que o gás associado a lama de perfuração possa ser removido no separador. (SANTOS, 2013)

Agora, se um *kick* já tiver ocorrido, devemos fechar o poço e coletar algumas informações sobre isso. Após o fechamento, devemos esperar o ponto de estabilização do poço, ponto de pressão constante no fundo do poço. Nesse ponto, deveremos fazer a leitura do manômetro do *choke* e da coluna de perfuração e, assim, obter os valores para a SIDPP e para SICP. O gráfico a seguir foi utilizado no quinto episódio da série e foi uma adaptação ao gráfico visto na obra de SANTOS (2013):

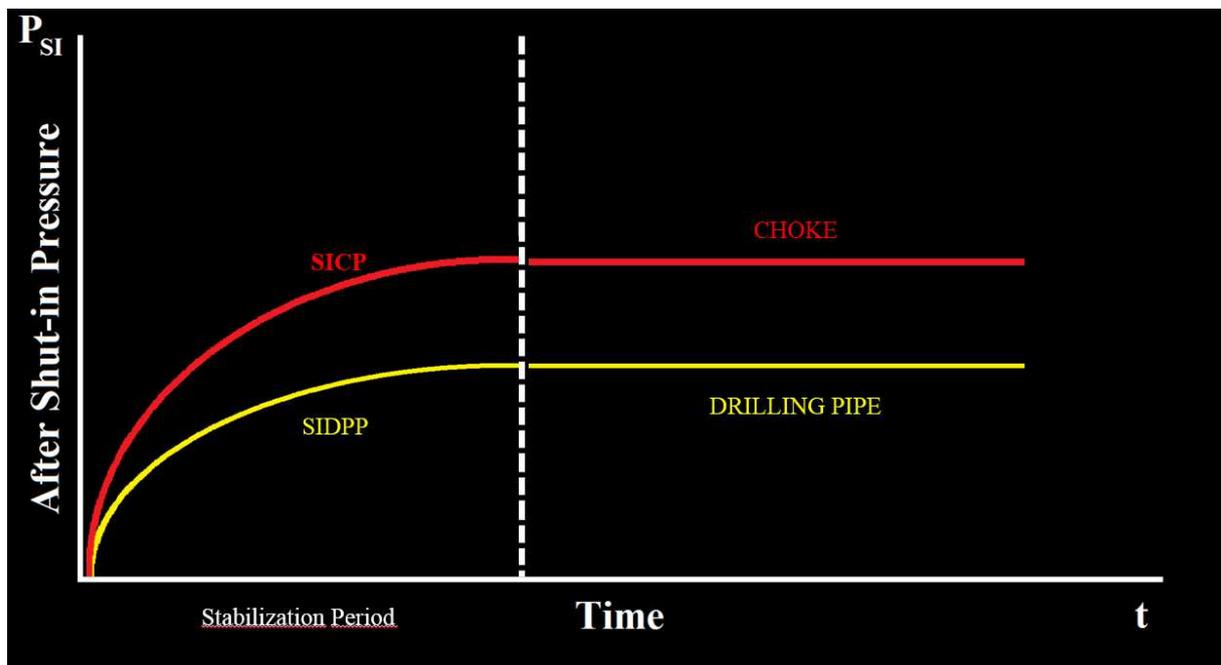


Gráfico 1: Representação gráfica para as leituras de pressões nos manômetros. Adaptado de SANTOS (2013)

Esse gráfico mostra o comportamento das pressões na coluna de perfuração e no choke. Durante o período de estabilização, as pressões nos manômetros irão aumentar até chegar em uma pressão constante. Essas pressões devem ser anotadas e registradas.

Depois dos cálculos anteriores, segundo SANTOS (2013), o seguinte passo a passo deve ser feito para os cálculos para controle de poço:

1. Assumiremos que a quantidade de volume ganho nos tanques será igual ao volume do *kick*.

2. Podemos estimar a massa específica do *kick* usando a seguinte equação (4):

$$SGK = MW + (SICP - SIDPP) / (0,052 \cdot KD) \quad (4)$$

Onde SGK será a massa específica do *kick*, em lb/gal, e KD será a profundidade onde o *kick* está ocorrendo.

3. Massa específica da lama de matar, definida pela equação (5):

$$KMW = MW + SIDPP / (0,052 \cdot D) \quad (5)$$

Onde KMW será a massa específica da lama de matar, em lb/gal, e D será a profundidade máxima do poço, em ft.

4. Quantidade de baritina necessária para o design da lama de matar, através da equação (6):

$$BW = 1500 \cdot MV \cdot (KMW - MW) / (35,8 - KMW) \quad (6)$$

Onde BW será o peso necessário de baritina, em lb, e MW será a quantidade restante de fluido de perfuração ainda remanescente no poço.

5. Devemos lembrar de selecionar corretamente a máxima pressão permissível na linha do *choke*. A pressão na linha de matar deverá ser a mesma pressão da linha do *choke*.

6. Calcularemos a ICP, pressão de início da circulação, que será a soma da pressão reduzida de circulação com a SIDPP.

7. Para finalizar, calcularemos a FCP, a pressão final de circulação, pressão aplicada na coluna de perfuração quando a lama de matar chega a broca. Calcularemos usando a seguinte equação (7):

$$FCP = RCP \cdot KMW / MW \quad (7)$$

4.6. Episódio 6: Métodos de controle de *kicks*: Método do sondador

Para começar, o objetivo principal de qualquer método é a remoção do influxo invasor e a restauração do controle primário do poço. Para restaurarmos esse controle, devemos retirar toda o fluido de perfuração original, que perdeu sua efetividade contra a pressão da formação, e substituir esse fluido pela lama de matar, para que possamos remover o influxo do *kick*. Durante esse processo, devemos manter a pressão no fundo do poço constante, para que não ocorra novos *kicks*. Esse é o princípio da pressão constante no fundo do poço. Essa pressão de fundo será igual a pressão da formação, quando ocorrer a estabilização dos fluidos.

Para promover a remoção do influxo do *kick*, devemos utilizar um dos métodos de controle de *kick*. Nesse episódio, foi abordado o método do sondador. Esse método também é conhecido por nome de método das duas circulações, já que é composto de uma primeira circulação, que se utiliza lama original para a remoção do *kick*, e uma segunda circulação que trocará toda a lama original, localizada dentro da coluna de circulação e no espaço anular, por lama de matar. Após esse processo, devemos remover o restante da lama original, presente no *riser* e na linha de matar. No vídeo, esse processo é representado por uma animação gráfica. (ADAMS, 2009)

Como feito por SANTOS (2013), em um passo a passo simples, podemos aplicar o método do sondador da seguinte maneira:

1. Devemos manter a pressão na linha do *choke* enquanto a bomba chega a velocidade reduzida de circulação. Quando chegarmos a essa velocidade, a pressão na coluna de perfuração será a ICP.
2. Depois de circular um volume de fluido de circulação igual ao volume do espaço anular, devemos desligar a bomba e fechar o *choke*. Depois desse processo, devemos ter uma pressão unificada para o *choke* e para a coluna de perfuração, que será igual a SIDPP.
3. Então, devemos circular a lama de matar até preencher a coluna de perfuração e atingir a broca. Devemos esperar até que a pressão caia e atinja uma pressão constante. Essa pressão será a FCP. Nesse passo, devemos manter a pressão do *choke* e da coluna na SIDPP.

4. Mantemos a FCP até que o poço seja completamente completado com a lama de matar. Agora, desligaremos a bomba de lama e fecharemos a linha do *choke*.
5. Após os passos anteriores, removeremos a lama original do *riser* e da linha de matar e preencheremos com a lama de matar.

Após esse passo a passo, verificaremos se ainda há algum fluxo dentro do poço. Se não, podemos voltar com as operações normais de perfuração.

4.7. Episódio 7: Métodos de controle de *kicks*: Método do engenheiro

No episódio 6, falamos sobre o método do sondador. Agora abordaremos o método do engenheiro. Esse método tem como diferencial a presença de uma única circulação, onde usamos a lama de matar para expulsar o *kick* e a lama original, originando a outra denominação desse método, método de uma circulação.

De acordo com SANTOS (2013), devemos seguir o passo a passo:

1. Elaboraremos um gráfico ou uma planilha com a relação entre a pressão na coluna de perfuração e o número de ciclos feitos na bomba. Nesse momento devemos começar a produção da lama de matar através da adição de baritina para aumentar a massa específica.
2. Com auxílio desse gráfico, iremos bombear a lama de matar até que esta atinja a broca. Saberemos o número de ciclos necessários para atingir a broca.
3. Manteremos a pressão na coluna até que o sistema se estabilize.
4. Agora, poderemos permitir que a pressão suba até que a lama de matar chegue na superfície.
5. Finalmente, deveremos desligar as bombas e fechar a linha do *choke*. Deveremos checar as pressões nos manômetros e elas devem ser zero com o poço preenchido.

Com a conclusão desse passo a passo, devemos remover a lama original do *riser* e da linha de matar e preencher esses espaços com lama de matar.

Se não houver fluxo nesse ponto, podemos reabrir o poço e continuar o processo de perfuração.

Agora compararemos os dois métodos apresentados. No método do engenheiro existe a necessidade da elaboração de um gráfico e planilha para que se possa aplicar o método o que resulta em uma maior complexidade para a implementação do mesmo. O método do sondador não requer grandes conhecimentos de engenharia, já que só depende da habilidade do sondador de fazer a leitura correta dos manômetros da linha de *choke* e da coluna de perfuração.

O método do engenheiro tem um tempo de circulação menor do que o do sondador, pelo simples fato de que no método do sondador devemos fazer duas circulações. Porém, não significa que o método do engenheiro tome menos tempo. O tempo em que a lama de matar gasta pode ser crítico para o aprisionamento de alguma tubulação no poço, problemas na broca ou da própria migração do gás de *kick*.

Assim, normalmente o método do sondador é aplicado. Em poços que tenha o volume da coluna de perfuração menor do que o volume do espaço anular abaixo da sapata, devemos priorizar a utilização do método do engenheiro, pois nesse, a pressão sobre a sapata será menor. (SANTOS, 2013)

4.8. Episódio 8: Métodos de controle de *kicks*: Métodos do volumétricos

Outros tipos de métodos utilizados para o controle de *kicks*, são os métodos volumétricos. Primeiro devemos frisar que só utilizaremos esses métodos no caso de não podermos aplicar os métodos do engenheiro ou do sondador. No caso de algum equipamento danificado ou emperrado, poderemos aplicar os métodos volumétricos. Segundo SANTOS (2013), os métodos volumétricos são divididos em dois: o estático e o dinâmico. Para a aplicação desse método devemos manter a pressão no poço sendo a pressão original do *kick*. Para sondas terrestres ou fixas, devemos usar o método dinâmico e para sondas flutuantes, deveremos utilizar o método volumétrico dinâmico.

Vamos começar com o método volumétrico estático. Nesse método iremos permitir que o gás chegue a superfície. Podemos controlar essa movimentação através da retirada de fluido de perfuração até que o *kick* chegue a

superfície, se mantendo a pressão do fundo do poço constante. Para implementar o método, seguiremos o passo a passo:

1. Após o fechamento do poço, devemos permitir uma pressão de 100psi na linha do *choke*.
2. Poderemos permitir um aumento de 50psi.
3. Agora, tiramos a lama equivalente a uma pressão de 50psi, retornando a pressão de 100psi. Para calcular esse volume, utilizaremos a seguinte equação:

$$MV = 964,6.C/MW \quad (8)$$

Onde MV é o volume da lama a se retirar em galões, MW é a massa específica do fluido de perfuração e C é a capacidade do anular, em bbl/ft.

4. Agora repetiremos os passos 2 e 3 até que o gás atinja a superfície. Entre as remoções de 50 psi equivalente de lama, devemos aguardar um período para que possibilite a migração do gás do *kick*.
5. Durante esse processo, a pressão no fundo do poço irá variar entre 100 e 150psi e a pressão do *choque* irá sempre subir. Quando a leitura no manômetro do *choke* for a máxima, o gás terá chegado a superfície. No vídeo, temos a representação animada desse processo e dessa variação nas pressões. Daí, podemos preencher o poço com uma lama de matar adequada.

Para sondas flutuantes ou poços profundos, devemos utilizar o método volumétrico dinâmico. Esse método é aplicado quando não é possível a circulação dentro da coluna de perfuração, devido a formação de hidratos, ou danos na tubulação, ou impedimento do uso da linha do *choke*, BOP ou linha de matar. Nesse método temos a circulação do fluido de perfuração original através da linha de matar e retorna pela linha do *choke*, enquanto o *kick* é expulso na superfície. Existe o aumento do fluxo de fluido para os tanques durante o processo e esse fluxo diminui quando produzimos o *kick*. (SANTOS, 2013)

4.9. Episódio 9: Métodos de controle de *kicks*: Métodos do não-convencionais

Para finalizar os métodos de controle de *kick*, iremos falar dos métodos não-convencionais. Iremos focar no método da baixa pressão no *choke*, *Stripping* e *Bullheading*.

Para começar, esses métodos são diferenciados dos outros pelo fato de não utilizar a pressão do fundo do poço constante. No método de *Stripping*, durante o procedimento, tentamos manter a pressão de fundo constante.

Começaremos pelo método da baixa pressão no *choke*. Só utilizaremos esse método se houver o risco da pressão na linha do *choke* exceder a máxima pressão permissível no *choke*. Isso pode ocorrer quando o volume de gás no poço é muito grande. Operacionalmente, o método consiste na circulação com pressão próxima a máxima permissível no *choke*, dessa forma a pressão de fundo irá ser muito baixa e gradualmente o *kick* será produzido. Fazemos esse processo até que reestabelecemos o controle primário de poço. Para que esse método tenha bons resultados, precisamos de um separador de gás bastante eficiente disponível na sonda, para pronto uso. (SANTOS, 2013)

O segundo método será o *Bullheading*. Só usaremos esse método como último recurso, já que a utilização dele pode resultar em um *blowout* na formação, ou até mesmo na superfície. Nesse método, forçaremos o volume do *kick* e certo volume de lama para dentro de uma formação mais fraca, até que essa fracture. Mais uma vez, só iremos usar esse método como último recurso, somente em situações de *kick* de sulfeto de hidrogênio, em que não podemos circular dentro do poço, grande volume de gás no poço ou quando temos um *kick* e uma perda na circulação concomitantemente. (SANTOS, 2013)

Para finalizar, falaremos do *Stripping*. Nessa operação, moveremos a coluna de perfuração com o BOP fechado para o ponto mais profundo do poço e circulamos através do BOP do espaço anular, a lama de matar para eliminar o *kick*. Operacionalmente, a coluna de perfuração só consegue chegar até certo ponto dentro do poço, devido as altas pressões no fundo, e precisa de um equipamento especial para empurrar a coluna. Contudo, geralmente não há disponibilidade desse equipamento na sonda e é necessário requisitar a companhia. Outro problema é que só podemos operar utilizando esse método se a pressão sobre o BOP seja apenas metade da pressão usual de operação. Com a movimentação da coluna, poderemos

ter aumento na pressão do *choke*, maior migração de gases ou danos no BOP ou na broca. Mesmo com esses problemas, entre os métodos não-convencionais, o *Stripping* será o método escolhido devido a sua simplicidade e operação rápida. (SANTOS, 2013)

4.10. Episódio 10: Problema sugerido

Para finalizar a série de vídeos, foi feita a aplicação dos cálculos básicos para o controle de poço em um problema sugerido. O problema tem o seguinte enunciado:

A companhia nos deu os seguintes dados:

1. Profundidade do poço: 5000 ft
2. Volume do *kick* (KV): 16 bbl
3. SICP: 200 psi
4. SIDPP: 150 psi
5. Massa específica da lama original (MW): 10 lb/gal
6. Capacidade da coluna de perfuração: 0.01772 bbl/ft
7. Capacidade do espaço anular: 0,1014 bbl/ft
8. Deslocamento da bomba: 0.100 bbl/stroke
9. Volume total de lama no sistema: 1300 bbl
10. RCP: 500 psi
11. Perda de carga na linha do *choke*: 100 psi

A companhia pediu para fazer os cálculos básicos para o controle de poço. Para começar, calcularemos o número de *strokes* (ciclos). Faremos:

$$\begin{aligned} \text{i. } V_{\text{coluna}} &= 5000 \text{ ft} \cdot 0.01772 \text{ bbl/ft} = 88.6 \text{ bbl} \\ N_{\text{strokes}} &= 88.6 \text{ bbl} / 0.100 \text{ bbl/stroke} = 886 \text{ strokes} \end{aligned}$$

Agora iremos calcular a massa específica do *kick*:

$$\begin{aligned} \text{ii. } \text{SGK} &= \text{MW} + (\text{SICP} - \text{SIDPP}) / (0.052 \cdot \text{KV}) \\ \text{SGK} &= 10 - (200 - 150) / (0.052 \cdot 16 / 0.1014) = 3.9 \text{ lb/gal} \end{aligned}$$

Agora iremos calcular a massa específica da lama de matar:

$$\begin{aligned} \text{iii. } \text{KMW} &= \text{MW} + \text{SIDPP} / (0.052 \cdot \text{D}) \\ \text{KMW} &= 10 + 150 / (0.052 \cdot 5000) = 10.58 \text{ lb/gal} \end{aligned}$$

Agora iremos calcular a quantidade de baritina:

$$\text{iv. } BW = 1500 \text{ MV} \cdot (KMW - MW) / (35,8 - KMW)$$

$$BW = 1500 \cdot 1300 \cdot (10.58 - 10) / (35.8 - 10.58) = 44845.4 \text{ lb}$$

Determinaremos as pressões inicial e final de circulação:

$$\text{v. } ICP = RCP + SIDPP = 500 + 150 = 650 \text{ psi}$$

$$\text{vi. } FCP = RCP \cdot KMW / MW = 500 \cdot 10,58 / 10 = 529 \text{ psi}$$

Com essas informações podemos fazer a utilização de métodos para o controle de *kicks* e outras possíveis operações.

5. KICKS AND WELL CONTROL – Exemplo de vídeo

Nessa seção desse trabalho, será apresentado o resultado da produção dos vídeos. Mostrarei como configurei o script e comentarei sobre a construção dos vídeos. Estes estarão disponíveis na plataforma de vídeos *Youtube®* a partir do dia 18 de julho de 2017 no canal Neil Oliveira, disponível no link: <https://www.youtube.com/channel/UCuMnNj--PObHQGo5TcBO5Lw>.

A seguir, temos uma amostra de como foi feito os vídeos. Com o script e alguns *screenshots* dos vídeos.

5.1. Episode 1 - Kick and Well Control Introduction

FACECAM 1

Hi, my name is Neil Oliveira, and I am about to graduate in Petroleum engineering by the Federal University of Ceara, UFC, from Brazil and we will talk about a very important matter in the oil industry: the kick control.

E1f1

In this series of videos, I am going to present the basics about kick and well control. We are going to talk about the definition of kick and its consequences, the causes, how to detect it, the shut in procedures and the well equipment, some few basic knowledge and calculations for well control and how to proceed in the case of an imminent kick or if a kick has already happened.



Figuras 2 e 3: *Printscreens* de cenas do episódio 1 da série de vídeos “*Kicks and Well Control*”.

FACECAM 2

For this first episode, I am going to present the definition of kick, how it happens and what are its consequences. Let's get into it.

E1f2

By the Schlumberger Oilfield glossary, Kick is a flow of formation fluids into the wellbore during drilling operations in an unplanned fashion. We can have a gas kick or a fluid kick

E1f3

Here we have the representation of a well in a formation. If the formation fluids pressure, in red, is greater than the drilling fluid pressure, in yellow, we can have a kick. In other words, if the formation pressure is higher than the mud hydrostatic pressure, we can have a kick.

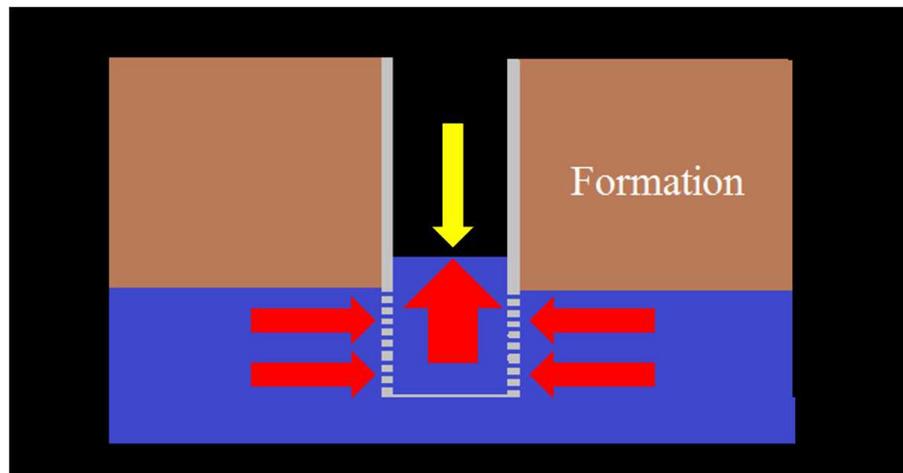


Figura 4: representação das pressões da formação e do poço

If the kick flow is successfully controlled, we consider the kick to be killed. If it isn't, we can have serious consequences that may result in wasted production time, operational risks and, in a more severe and uncontrolled way, it may cause a blowout.

E1f4

But, what is a blowout?

E1f5

A Blowout is the term giving to an uncontrolled kick that flew from the well to an atmosphere, bottom of the sea or any other place outside to the well. In any case, the blowout needs immediate attention and the facility has to have plans and equipment ready to intervene and take action against this kind of threat. A blowout can have serious consequences and can cause damage to the environment, to the equipment, or even can cause some fatal consequences to the crewmembers.



Figuras 5 e 6: Consequências de *kicks* descontrolados.

E1f6

In deep and ultradeep waters, above 5 thousand feet, we need to have extra caution about any fluids in the well. The security equipment must be perfectly selected and well set because these are critical criteria to prevent any unexpected event since the depth is a very big factor for any necessary intervention. Usually, a BOP, Blow out Preventer, is installed in wellhead, at the bottom of the ocean. If a kick happens, the BOP closes and well access is interrupted in the riser. We are going to get in more details about the equipment used in the well control later in this course.

FACECAM 3

In this episode, we learned that the pressure in the well must be higher than the formation pressure so we can avoid kicks. Further, in this course, we are going to discuss what causes, how to prevent it, and how to act in a case of a kick.

E1f7

If you want to watch the next episode, click at box on the left, if you want to check my channel and the other episodes, click at box on the right, and you can always subscribe for more content.



Figura 7: Printscreen da tela final do episódio 1.

6. CONCLUSÃO

O trabalho apresentou as vantagens que a utilização de ferramentas audiovisuais com fins educacionais pode trazer ao ensino em todos os níveis. Para estudantes de engenharia ou conteúdos técnico-científico, a visualização de fenômenos físicos pode ser dificultada somente com a descrição matemática desses eventos. Com o avanço da tecnologia e com a facilidade que atualmente conteúdo de qualidade pode ser feito em meios audiovisuais, esse problema pode ser solucionado.

Aqui pode ser visto um tipo de procedimento para a elaboração de um material didático e interativo de qualidade, sem que haja a necessidade do investimento de grandes recursos e, em uma sociedade globalizada, é importante que o conhecimento possa ser distribuído de maneira igualitária. Para um assunto complexo e técnico, como controle de poço, essa metodologia de ensino pode ser uma solução para que esse conteúdo chegue a quem precisa, de maneira acessível e prática.

REFERÊNCIAS

ADAMS, N. Editor chapter 4. MITCHELL, R. F. (Editor). **Petroleum Engineering Handbook: Volume II - Drilling Engineering**, Society of Petroleum Engineers, 2a Ed. 2017.

BALOIAN, N.A.; PINO, J.A.; HOPPE, H.U. **A teaching/learning approach to CSCL**. *Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on Systems Sciences*. Estados Unidos, pp.447-456, 2000.

Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2016-2021. Disponível em: <<http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/complete-white-paper-c11-481360.pdf>> Acesso em: 12 de julho de 2017.

H.264. Disponível em: <<http://www.divx.com/pt-br/software/technologies/h264>> Acesso em: 12 de julho de 2017.

JANITOR, J.; FECILAK, P.; JAKAB, F. **Enabling Long Distance Education with Realtime Video**. *ICETA 2012 • 10th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications*. Slovakia, pp. 167-171, Nov. 2012.

Kick. Disponível em: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/Terms/k/kick.aspx>> Acesso em: 14 de junho de 2017.

KOZMA, R.B. **Implications of instructional psychology for the design of educational television**. *Educational Technology Research and Development*, volume 34. Estados Unidos, pp. 11-19, mar. 1986.

KUMAR, A.; KUMAR, P.; BASU, S.C. **Student perceptions of virtual education: an exploratory study**. *Proceedings of the 2001 Information Resources Management association International Conference*. Canada, pp. 400-403, 2001.

MARQUES, J.C.; QUINTELA, J.; RESTIVO, M.T.; TRIGO, V. **The use of video clips in engineering education**. *2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning*. Portugal, pp. 1-4, set. 2012.

PICCOLI, G.; AHMAD, R.; IVES, B. **Web-based virtual learning environments: a research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic IT skills training**. *MIS Quarterly volume 25*. Estados Unidos, pp. 401-426, 2001.

SANTOS, Otto Luiz Alcântara. **Segurança de poço na perfuração**. São Paulo: Blucher, 2013.

Swab. Disponível em: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/Terms/s/swab.aspx>> Acesso em 14 de junho de 2017.

ZHANG, D.; ZHOU, L.; BRIGGS, R.O.; NUNAMAKER jr., J.F.; **Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness**. *Information & Management, Volume 43*. Estados Unidos, pp. 15-27, jan. 2006.

ZHANG, M.; LUDENBERG, M.; KOEHLER, M.J.; EBERHARDT, J. **Understanding affordances and challenges of three types of video for teacher professional development.** *Teaching and Teacher Education, volume 27.* Estados Unidos, pp. 454-462, fev. 2011.