

MODELAGEM VIRTUAL DE UM CONJUNTO DE CABEÇA DE POÇO UTILIZANDO O *SOLIDWORKS*

Fábio do Nascimento Monteiro¹

José Nariel da Silva Arcanjo²

Vanessa Limeira Azevedo Gomes³

Engenharia de Petróleo



ISSN IMPRESSO 1980-1777
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Durante a etapa de instalação dos equipamentos de superfície, a cabeça de produção (CP) e a árvore de Natal (AN) são colocadas para permitir o acesso ao interior do poço, com toda a segurança necessária, para execução das demais fases. Esses equipamentos são responsáveis pela ancoragem da coluna de produção, pela vedação entre a coluna e o revestimento de produção e pelo controle do fluxo de fluidos na superfície. Assim, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo virtual do conjunto de cabeça de poço, que consiste, principalmente, da cabeça de revestimento, cabeça de produção e da árvore de natal. A árvore de natal é um conjunto composto de válvulas, conexões e adaptadores e uma cabeça de produção consiste em um spool de cabeça de produção e um suspensor de coluna, o spool de cabeça de produção é instalado na cabeça de revestimento que é usado para a suspensão do revestimento intermediário e o de produção. Para elaboração do conjunto de cabeça de poço no formato 3D foi utilizado o software SolidWorks. Na modelagem da CP foi necessário, inicialmente, criar medidas de referência por meio de imagens e vídeos de modelos reais. Tendo como resultados os protótipos da árvore de natal do tipo cruzeta, o conjunto de válvulas mestra, de produção e de teste, a cabeça de revestimento, a cabeça de produção e os flanges superior e inferior da AN. As válvulas do tipo gaveta foram modeladas a partir dos dados da biblioteca do próprio software.

PALAVRAS-CHAVE

Cabeça de Poço. Árvore de Natal. Completação de Poços. Protótipo Virtual.

ABSTRACT

During the installation phase of the surface equipment, the production head (PH) and the Christmas tree (CT) are placed to allow access to the interior of the well, with all necessary safety, to perform the other phases. These equipments are responsible for anchoring the production string, sealing between the production string and the production casing, and controlling the flow of fluids on the surface. Thus, the present work aims to develop a virtual prototype of the wellhead assembly, which consists mainly of the casing head, production head and the Christmas tree. The Christmas tree is a set composed of valves, fittings and adapters and a production head consists of an adapter spool and tubing neck, the adapter spool is installed in the casing head that is used for the suspension of intermediate casing and production casing. For the elaboration of the wellhead assembly in 3D format, SolidWorks software was used. In the modeling of the PH it was initially necessary to create reference measurements through images and videos of real models. As a result of the crosshead Christmas tree prototypes, the master, production and test valve assembly, the liner head, the production head and the upper and lower flanges of the CT. Gate valves were modeled from data from the software library itself.

KEYWORDS

Wellhead. Christmas Tree. Well Completion. Virtual Prototype.

1 INTRODUÇÃO

Um conjunto de cabeça de poço de óleo e gás é utilizado para suspensão das colunas de produção e do revestimento de produção instalados no poço, para vedar os espaços anulares entre a coluna de produção e o revestimento de produção, para injetar vapor, gás, água e produtos químicos e para acidificação e faturamento (RENPU, 2016). É um componente importantíssimo para a produção segura, sendo composto principalmente da cabeça de revestimento, cabeça de produção e árvore de natal.

Para que a instalação desses equipamentos seja feita é necessário que haja um bom conjunto de dados relativos ao poço a fim de promover um bom dimensionamento e seleção do tipo de equipamento a ser instalado. Uma árvore de natal ou até mesmo uma cabeça mal dimensionada acarretará menor vida útil do equipamento, causando até um desastre no poço (SALDANHA, 2017).

Assim, objetivando minimizar as dificuldades com o sistema de cabeça de poço, cresce a necessidade da utilização de ferramentas que auxiliem no entendimento do próprio sistema, no projeto de poço e na validação de algoritmos controladores. Nesse contexto, o *software SolidWorks* oferece ferramentas que podem ajudar o engenheiro a reduzir o custo e o tempo de entrega dos produtos por meio de validações virtuais do projeto diretamente no computador ao invés de realizar testes físicos, usualmente caros e que consomem muito tempo (SALDANHA, 2017).

Por isso, o propósito deste trabalho foi desenvolver um protótipo virtual do conjunto de cabeça de poço, que consiste, principalmente, da cabeça de revestimento, cabeça de produção e da árvore de natal, além de apresentar a interface gráfica computacional desse conjunto da completação de um poço de petróleo.

2 METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto está baseado na implementação de uma pesquisa-ação com o *software SolidWorks*. Portanto, o uso de tal metodologia valida-se por meio da aplicação de um piloto, ou seja, desenvolvimento do modelo 3D a partir de materiais 2D já desenvolvidos.

O *software* usa o método de elementos finitos (MEF), que é uma técnica numérica para a análise de projetos na engenharia, aceito como método padrão de análise devido à sua generalidade e por ser bastante adequado para implementação em computadores. O MEF divide o modelo em muitas partes pequenas de formas simples, denominadas elementos, substituindo eficazmente um problema complexo por muitos problemas simples, que devem ser resolvidos simultaneamente (CORPORATION..., 2019).

Nessa perspectiva, realizou-se a pesquisa sobre a importância do uso das tecnologias de modelagem para engenharia no processo de completação de poços sendo desenvolvida em três etapas, descritas a seguir:

- Etapa 1: Levantamento de informações teóricas sobre o conjunto de cabeça de poço e sua respectiva composição, por meio do Catálogo API: *Wellhead and Production Equipment Catalogue* (2017) e da empresa *Universal Wellhead Services (UWS)*, 2019;
- Etapa 2: Modelagem dos componentes da cabeça de poço e árvores de natal convencional no formato 3D;
- Etapa 3: Apresentação do protótipo virtual de um conjunto de cabeça de poço utilizando o *Solidworks*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

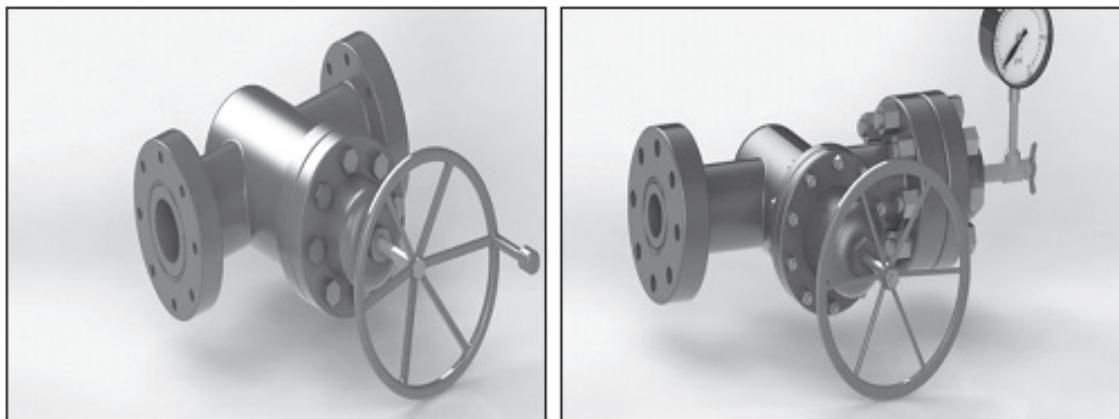
Para iniciar a modelagem do equipamento, foi necessário criar medidas de referência por meio de imagens e vídeos de modelos reais. A partir desses exemplos, começou-se a modelagem por uma estrutura composta da junta em cruz, conjunto de válvulas (válvula mestra, de produção, de teste e do revestimento), cabeça de produção e árvore de natal do flange inferior.

A princípio, é necessário informar ao *software* que se deseja um documento do tipo peça, pois somente no final, quando todas as peças da modelagem estiverem feitas, é que se pede um documento do tipo montagem. É importante salientar que o programa oferece recursos para aqueles que não estão familiarizados com suas funções, como tutoriais e informações gerais, disponíveis na aba "Recursos do *SolidWorks*", no lado direito da janela principal.

Conforme afirma Patel (2019), uma válvula de gaveta é o tipo mais comum de válvula usada em qualquer planta de processo. É uma válvula de movimento linear usada para iniciar ou interromper o fluxo de fluido. Em serviço, essas válvulas estão em posição totalmente aberta ou totalmente fechada. Quando a válvula de gaveta está totalmente aberta, o disco de uma válvula de gaveta é completamente removido do fluxo.

As válvulas do tipo gaveta podem ser modeladas ou encontradas na biblioteca de equipamentos do próprio *solidworks*, o que facilita e otimiza o tempo de trabalho. A Figura 1 exemplifica estes tipos de válvula disponibilizada pelo programa, com um aspecto renderizado.

Figura 1 – Válvulas do tipo gaveta elaboradas no *solidworks*



Fonte: Autores (2019).

Os manômetros podem utilizar como elemento sensor o *bourdon*, que consiste em um tubo chato e curvo em forma de "C", o qual é fechado em uma das extremidades e que se deforma ao se pressurizar, a sua outra extremidade, tendendo a reduzir a curvatura inicial. O indicador consiste em uma escala circular localizada à frente do sensor *bourdon* e a sua extremidade fechada move o ponteiro indicador de pressão do manômetro por meio de um sistema de engrenagens.

A Figura 2 apresenta o medidor e o compensador de pressão, considerando a frente aberta em aço ao carbono nos diâmetros de 100 mm ou 150 mm e alumínio fundido nos diâmetros de 200 mm, 250 mm e 300 mm (UNIVERSAL..., 2019).

Figura 2 – Medidor e compensador de pressão

Fonte: Autores (2019).

A cabeça de revestimento (casing head) é a interface primária e mais baixa em um sistema de cabeça de poço, sendo conectada ao revestimento de superfície. A conexão superior é geralmente flangeada e conecta-se ao carretel de revestimento. Quando instalada, é tipicamente testada com parâmetros de pressão e vazamento muito rigorosos para garantir a viabilidade sob condições de ruptura, antes que qualquer equipamento de superfície seja instalado.

A Figura 3 apresenta a cabeça de revestimento obtida da empresa UWS para base da modelagem, sendo na primeira imagem, a cabeça de revestimento C-22 com fundo deslizante na solda sem anel de vedação a segunda imagem é a cabeça de revestimento com placa de base removível e a terceira, é a placa de base removível.

Figura 3 – Cabeças de Revestimento e base removível

Fonte: Universal Wellhead Services (UWS) (2019).

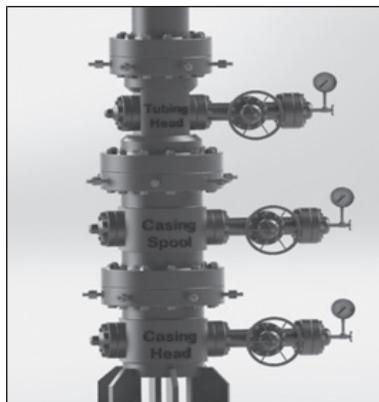
A Figura 4 apresenta a cabeça de revestimento modelada a partir das especificações acima, obtidas da empresa UWS (2019).

Figura 4 – Modelagem da Cabeça de Revestimento

Fonte: Autores (2019).

O carretel de revestimento (casing head spool) é um equipamento utilizado em plataformas fixas de perfuração e sondas terrestres para suspender e vedar o revestimento. Esse equipamento é parte da cabeça de poço sobre a qual o preventor de erupção (*blowout preventer, BOP*) é conectado.

Na Figura 5, a seção superior tem uma bacia de tipo reto e um ombro de carga de 45 graus para suportar o revestimento de produção. A seção inferior abriga uma vedação secundária para isolar as duas fileiras de revestimento e fornecer um meio para testar as vedações da cabeça do poço.

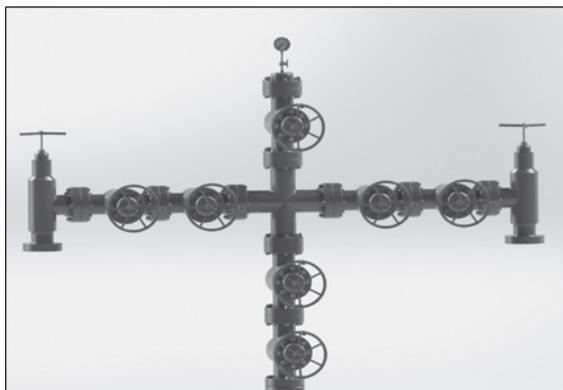
Figura 5 – Cabeça de Revestimento C-29, Carretel de Revestimento C-29 e o alojador de coluna TC-60

Fonte: Autores (2019).

Ainda na Figura 5, pode ser observado o alojador de coluna (tubing head), que também é um componente da cabeça de poço, cuja função é alojar um dispositivo que sustenta a coluna de tubos de produção (tubing) e permite a conexão da árvore de natal com a cabeça de poço. Esse componente e o dispositivo nele alojado sustentam a coluna de tubos de produção e propiciam, ainda, um isolamento hidráulico entre o interior da coluna de tubos de produção e o espaço anular.

De acordo com Souza (2002), a árvore de natal é o conjunto de válvulas, conexões e adaptadores instalados sobre a cabeça do poço com a finalidade de controlar o fluxo de fluidos da formação para a superfície. Dependendo da aplicação, pode ser classificada como árvore de natal seca (poços de terra ou poços de mar com a cabeça na plataforma de produção) ou árvore de natal molhada (poços de mar com a cabeça submersa). O equipamento recebeu esta denominação devido ao seu formato mais antigo e tradicional, que lembra um pinheiro natalino. A Figura 6 apresenta a árvore de natal convencional (ANC) elaborada no *solidworks*.

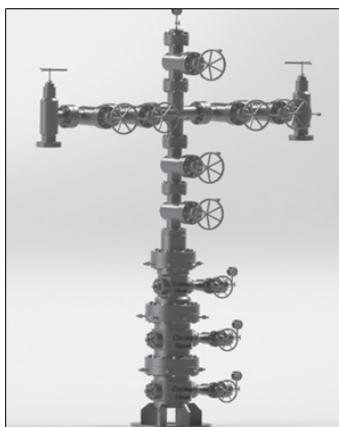
Figura 6 – Árvore de Natal Convencional (ANC)



Fonte: Autores (2019).

Após a confecção dos componentes de toda a estrutura da cabeça de poço, segue-se para a realização da montagem do equipamento. Nesse caso, um novo arquivo do tipo montagem é criado e, utilizando recursos de montagem inteligente, foi possível ter como resultado o protótipo virtual da cabeça de poço e ANC, conforme Figura 7.

Figura 7 – Conjunto cabeça de poço e Árvore de Natal Convencional



Fonte: Autores (2019).

CONCLUSÕES

Por meio da utilização do *SolidWorks*, foi possível fazer um protótipo virtual da árvore de natal convencional (ANC) do tipo cruzeta, incluindo os flanges superior e inferior de acordo com as especificações da norma, dos componentes da cabeça de poço, inserindo o conjunto de válvulas mestra e de gaveta, de produção e de teste, além das cabeças de revestimento e de produção. Após a confecção dos componentes de toda a estrutura, foi realizada a montagem da cabeça de poço, possibilitando a visualização prática dele.

REFERÊNCIAS

CATÁLOGO API. **Wellhead and Production Equipment Catalogue**. Disponível em: <http://sentrywellhead.com/wp-content/uploads/2017/02/Sentry-Wellhead-Catalog.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2019.

CORPORATION Solidworks. **Ajuda do SOLIDWORKS**. 2019. Disponível em: http://help.solidworks.com/2012/Portuguese-brazilian/SolidWorks/cworks/Basic_Concepts_of_Analysis.htm. Acesso em: 26 ago. 2019.

PATEL, Varun. Tipos de válvula de gaveta e peças - um guia completo para engenheiro. **HardHat Engineer**. Disponível em: <https://hardhatengineer.com/gate-valve-types-parts/>. Acesso em: 25 maio 2019.

RENPU, Wan. **Engenharia de completção de poços**. Tradução Paula Diniz, Carlos Augusto. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

SALDANHA, Luan. Como realizar um projeto eficiente para a indústria do petróleo e gás. **4i Engenharia**, Salvador, 25 de maio de 2019. Disponível em: <https://www.4ieng.com.br/single-post/Comorealizarprojeto-eficiente-para-a-industria-de-petroleo-e-gas>. Acesso em: 25 maio 2019.

SOUZA, Claudete Ferreira de Souza. **Equipamentos de completção**. Salvador: Petrobras, 2002. Apostila.

UNIVERSAL Wellhead Services. **Projetos de perfuração e completção, equipamentos de cabeça de poço**. 2019. Disponível em: <https://www.universalwellhead.com/tubing-heads/>. Acesso em: 26 ago. 2019.

Data do recebimento: 21 de julho de 2019

Data da avaliação: 9 de novembro de 2019

Data de aceite: 12 de dezembro de 2019

1 Acadêmico do Curso de Engenharia de Petróleo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: fabiopetroleum@hotmail.com

2 Acadêmico do Curso de Engenharia de Petróleo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: nariel1995@hotmail.com

3 Professor do Curso de Engenharia de Petróleo do centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: vanessa.limeira@gmail.com

