



LCCV

RAA 2021

CADERNO DE RESUMOS

XI Reunião Anual de Acompanhamento Laboratório de Computação Científica e Visualização



CADERNO DE RESUMOS

XI Reunião Anual de Acompanhamento

Laboratório de Computação Científica e Visualização - LCCV
Centro de Tecnologia - CTEC
Universidade Federal de Alagoas - UFAL

Maceió, Alagoas
2021

PREFÁCIO

Em 19 de novembro de 2009, como resultado de um grande Convênio com a PETROBRAS para criação de uma infraestrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação, foi inaugurado o espaço físico denominado Laboratório de Computação Científica-LCCV, como uma unidade integrada ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. A partir desta data, como fruto de um trabalho colaborativo entre pesquisadores docentes, discentes e egressos discentes, a Universidade Federal de Alagoas passou a abrigar uma infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras, considerando estudos científicos avançados, para problemas de engenharia.

Em parceria com a PETROBRAS, por meio de projetos e convênios, o LCCV/UFAL vem contribuindoativamente para a solução de problemas complexos de engenharia nas áreas de Petróleo e Gás e, mais recentemente, na área de transformação digital. A cada ano, como forma de promover junto aos parceiros e a interessados no contexto de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação, um ambiente de discussão e aprendizagem colaborativa, o LCCV promove a Reunião Anual de Acompanhamento (RAA), na qual são apresentadas as atividades desenvolvidas ao longo do ano por cada colaborador nos projetos vigentes e encerrados no ano em curso. Já consolidada desde 2011, o evento se torna significativo a cada tempo e já devidamente adaptado a comunicação no mundo virtual. Atualmente, o LCCV congrega alunos, pesquisadores, técnicos e professores que desenvolvem projetos nas seguintes áreas de atuação: Dutos e Risers, Engenharia de poços, Engenharia Oceânica, Geomecânica computacional e Modelagem computacional de linhas de ancoragem e de produção, tendo a Tecnologia da Informação como tema transversal. Mais recentemente o LCCV implantou internamente o desenvolvimento de um Sistema de Gestão e a expertise adquirida com o mesmo se tornará, a partir de 2022, uma área de atuação do LCCV.

Universidade Federal de Alagoas - UFAL

Reitor: Josealdo Tonholo

Vice-reitora: Eliane Aparecida Holanda Cavalcanti

Centro de Tecnologia - CTEC

Diretor: Vladimir Caramori Borges de Souza

Vice-diretor: Roberto Barbosa dos Santos

Laboratório de Computação Científica e Visualização - LCCV

Adeildo Soares Ramos Jr.

Aline da Silva Ramos Barboza

Eduardo Nobre Lages

Eduardo Setton Sampaio da Silveira

Eduardo Toledo de Lima Júnior

João Paulo Lima Santos

William Wagner Matos Lira

Fundação Universitária de Desenvolvimento de Extensão e Pesquisa - FUNDEPES

Presidente: Ricardo Antonio de Barros Wanderley

Vice-presidente: Taciana Melo dos Santos

Revisores de Conteúdo Técnico-Científico

Beatriz Ramos Barboza

Catarina Nogueira de Araújo Fernandes

Christiano Augusto Ferrario Várady Filho

Daniell Pontes Silva

Diego de Vasconcelos Gonçalves Ferreira

Eduardo da Silva Paranhos Sobrinho

Emerson Acácio Feitosa Santos

Fábio Martins Gonçalves Ferreira

Felipe Pedrosa de Lima

Francisco de Assis Viana Binas Júnior

Heleno Pontes Bezerra Neto
Jéssica Pontes de Vasconcelos Valença
João Paulo Nogueira de Araújo
Josué Domingos da Silva Neto
Leandro Melo de Sales
Luciana Correia Laurindo Martins Vieira
Márcio de Medeiros Ribeiro
Marcos Antônio Barbosa Lima
Teófanes Vitor Silva
Thiago Barbosa da Silva
Tiago Peixoto da Silva Lobo
Weverton Marques da Silva

Design da Capa

Regis dos Santos Coelho

Créditos da Foto da Capa

Dênilson Diamantino

Sumário

1 Projetos	8
1.1 Métodos Computacionais para Análise de Linhas de Ancoragem e Risers no Programa DYNASIM Módulo DOOLINES	9
1.2 Projeto Gestão Integrada	10
1.3 INTEGRISPAN: Ferramenta Numérica Customizada para Análise e Validação Experimental de Fadiga em Dutos Rígidos com Vãos-Livres Submetidos a VIV	11
1.4 Modelagem Numérica de Interação Duto-Escorregamentos Submarinos através do Método dos Pontos Materiais	12
1.5 Desenvolvimento de uma Plataforma Web Colaborativa Baseada na Integração de Simuladores para Elaboração de Projetos de Engenharia Naval e Submarina na Era da Transformação Digital (Naval-SubWEB)	13
1.6 Modelos e Ferramentas Computacionais para Apoio ao Dimensionamento de Revestimentos de Poços	14
1.7 Desenvolvimento de Ferramentas Computacionais para Modelagem em Tempo Real da Integridade de Estrutura de Poço	15
1.8 SESTSOLOS: Técnicas de modelagem numérica aplicadas a estimativa de propriedades de solo para projetos de poços de petróleo	16
1.9 Estratégias e ferramentas computacionais para previsão de desgaste mecânico em tubulares de revestimento em poços de petróleo (SIMWEAR)	17
2 Gestão integrada de projetos	18
2.1 Automatização de rotinas de backup	19
2.2 Estabilidade e economicidade de recursos em ambientes virtuais com Docker	20
2.3 Folha de pagamento como instrumento de gestão de riscos	21
2.4 Funcionalidades do processo aquisitivo implementadas no Sumé	22
2.5 Funcionalidades do processo de concessão de diárias e passagens implementadas no Sumé	23
2.6 Gestão de fornecedores como ferramenta de otimização de suprimentos	24
2.7 Modelo de composição de custos com pessoal CLT	25
2.8 Modelo de gestão integrada de suprimentos do LCCV	26
2.9 Prometheus como ferramenta de monitoramento e alerta de eventos	27
2.10 Racktables como ferramenta para o gerenciamento de infraestrutura	28
2.11 Tratamento de requisições HTTP assíncronas com RabbitMQ e Celery	29
3 Dutos e Risers	30
3.1 Desenvolvimento de uma ferramenta web para modelagem de dutos rígido submarinos	31
3.2 Aplicação local para execução de simulações e geração de resultados do IntegriSpan	32
3.3 Desenvolvimento de uma ferramenta para análise de dutos rígidos em vãos livres submetidos à vibração induzida por vórtice (VIV)	33
3.4 Framework computacional para análise de fadiga em dutos submarinos em vão-livre	34
3.5 Novas implementações no <i>backend</i> para a aplicação IntegriSpan	35
4 Engenharia de Poços	36

4.1	Análise de sensibilidade de parâmetros constitutivos de rochas salinas na avaliação do comportamento de anulares de poços verticais	37
4.2	Contribuição para o aprimoramento de um simulador térmico em colunas de revestimento e anulares de poços de petróleo	38
4.3	Técnicas de Processamento de Dados para Suporte à Detecção de Anomalias	39
4.4	Estudo comparativo de modelos matemáticos associados à expansão térmica de fluidos confinados em anulares de poços de petróleo	40
4.5	Contribuição à modelagem térmica de poços de óleo e gás em fase de produção	41
4.6	Contribuição no desenvolvimento de uma metodologia utilizada na modelagem computacional da elevação da pressão em anulares confinados de poços de petróleo	42
4.7	Modelagem de poços verticais de petróleo perfurados no pré-sal usando subdomínios equivalentes	43
4.8	Estudo de um Modelo de Flambagem com Atrito para Colunas de Produção e Injeção	44
4.9	Modelagem e Estratégias de Mitigação do Aumento de Pressão em Anulares Confinados de Poços	45
4.10	Incorporação do módulo de predição do APB ao sistema SCORE	46
4.11	Estratégias de modelagem da formação geológica no cálculo do APB em poços de petróleo	47
4.12	Uma ferramenta para detectar anomalias de produção utilizando aprendizagem profunda e árvore de decisão	48
4.13	Análise de Robustez e Experiência do Usuário em um Sistema de Detecção de Anomalias em Poços de Óleo e Gás	49
4.14	Implementação de módulo computacional para Avaliação da Probabilidade de Falha de Tubulares de Revestimento	50
4.15	Influência da vazão e rotação numa modelagem fluidodinâmica de jateamento em solo coesivo	51
4.16	Modelagem Numérica do Jateamento de um Revestimento Condutor num Solo Argiloso	52
4.17	Modelagem Computacional de Jateamento com Deleção de Elementos	53
4.18	Modelagem Computacional da Instalação do Revestimento Condutor por Cravação	54
4.19	Estudo numérico do tamponamento na cravação do revestimento condutor em solos argilosos	55
4.20	Ferramenta de Interface Gráfica para a Utilização em Programa de Caracterização Geotécnica Aplicada à Fase Inicial de Projeto de Poço	56
4.21	Ferramenta de Interface Gráfica para a Utilização em Programa de Apoio à Simulação Mecanofisiológica para Dimensionamento de Revestimento Condutor	57
4.22	Avaliação da Estacionariedade de Dados de Ensaio CPTu no Solo Marinho Brasileiro	58
4.23	Avaliação da Capacidade de Carga de Solo Marinho para Dimensionamento Mecanofisiológico de Revestimento Condutor	59
4.24	Análise Estatística em Dados de Perfilagem como Suporte à Avaliação da Integridade do Revestimento de Poços	60
4.25	Utilização de Programação Reativa no CAESAR e SIMWEAR para melhora no desempenho da aplicação e experiência do usuário	61
4.26	Método para identificação de pontos de contato entre coluna de perfuração e revestimento em poços de petróleo	62
4.27	Estimativa das zonas de conexões através de dados de perfilagem na quantificação de desgaste	63
4.28	Utilização de Dados de Perfilagem Ultrassônica na Calibração do Fator de Desgaste do Revestimento	64
4.29	Verificação da colisão entre poços de petróleo considerando incertezas no processo de perfuração	65
4.30	Aprimoramento e incorporação de novos ambientes de visualização no CAESAR e no SIMWEAR	66
4.31	Exportação e Visualização de Dados de Projeto para Auxílio em Análises	67

4.32	Análise de dados de trajetória para quantificação da força de contato no modelo de torque & arraste	68
4.33	Análise do comportamento do conjunto broca-alargador durante a técnica <i>Reaming While Drilling</i>	69
5	Engenharia Oceânica	70
5.1	Modelo de Diagnóstico para Entendimento de Aplicações, Serviços e Bancos de Dados da PETROBRAS	71
5.2	Diagnóstico do Gerenciamento de Dados Meteoceanográficos da PETROBRAS	72
5.3	Diagnóstico de Análise de Vibrações Induzidas por Vórtices no Contexto da Engenharia Submarina	73
5.4	Portal NavalWeb: Aplicação Projetos	74
5.5	Squid: Um Arcabouço Baseado em Micro-Serviços Computacionais para Portais de Aplicações de Engenharia Naval e Submarina	75
6	Geomecânica Computacional	76
6.1	Utilização do MPM e modelos constitutivos elastoplásticos para análise de problemas de Geologia Estrutural	77
6.2	Desenvolvimento de uma interface gráfica de usuário para o software E-Sub	78
6.3	Simulação numérica de escorregamentos submarinos associada a análises limites de estabilidade	79
6.4	Paralelização do software E-Sub com subdomínios L/R	80
6.5	Estratégias Eficientes para Modelagem de Escorregamentos em Domínio Amplo com o Método dos Pontos Materiais	81
6.6	Modelagem Numérica de Experimentos de Centrífuga Utilizando o Método dos Pontos Materiais	82
6.7	Simulação Numérica de Fluidos Utilizando o Método dos Pontos Materiais	83
6.8	Implementação de algoritmo de adaptação espacial para simulações de escorregamentos submarinos com o MPM	84
7	Modelagem computacional de linhas de ancoragem e de produção	85
7.1	Implementação de metodologia de Análise no Domínio da Frequência	86
7.2	Análise de fadiga por tensões combinadas em amarras de linhas de ancoragem	87
7.3	Modelo de simulação dinâmica para linhas de ancoragem em configuração catenária	88
7.4	Estudo e implementação do cálculo de vibrações induzidas por vórtices	89

The background features a minimalist design with four concentric circles in light gray. A large, semi-transparent white heart is centered in the middle. The word "Projetos" is written in a bold, black serif font, positioned within the heart's area.

Projetos

Métodos Computacionais para Análise de Linhas de Ancoragem e Risers no Programa DYNASIM Módulo DOOLINES

Eduardo N. Lages (enl@lccv.ufal.br)

Adeildo S. Ramos Jr., Eduardo S. S. Silveira, Fábio M. G. Ferreira, Heleno P. Bezerra Neto, Michele A. L. Martins, Gabriel Domingos, Aline Nunes, Márcia Martins, Milton M. G. Santos, Pedro Henrique R. M. Bastos

Projeto de P&D

Duração: 60 meses (Em andamento)

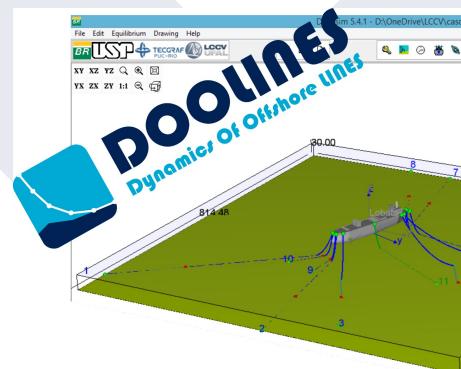
Parceiros: CENPES/PETROBRAS, TECGRAF e TPN/USP, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Análise dinâmica, Estruturas offshore, Mecânica das Estruturas

Introdução

O módulo de linhas de ancoragem e de produção do sistema DYNASIM da Petrobras, denominado DOOLINES, possibilita a análise estática e dinâmica não linear dessas linhas através do Método dos Elementos Finitos (MEF), levando-se em consideração os efeitos de ondas, correntezas, boias, poitas, etc. O DYNASIM é um ambiente computacional que integra módulos de pré-processamento, análise e pós-processamento, para análise dinâmica não linear no domínio do tempo de plataformas offshore juntamente com os respectivos sistemas de ancoragem e risers. Sistemas computacionais como esse desempenham papel fundamental nas etapas de projeto, instalação e operação dessas estruturas, uma vez que permitem ao projetista prever antecipadamente o comportamento

da estrutura projetada sob diversas condições de carregamento. Diante desse cenário, este projeto pretende atuar na redução de custo da elaboração de arranjo submarino de risers e dutos através de sua interação com o sistema de ancoragem.



Metodologia

De uma forma geral, cada atividade de desenvolvimento neste projeto será iniciada com uma revisão da literatura científica, visando identificar formulações disponíveis para o tratamento dos fenômenos considerados, ajustando-as quando necessário. As implementações que se restringem exclusivamente ao DOOLINES serão acompanhadas de testes de verificação a partir de exemplos básicos que apresentem soluções analíticas e/ou numéricas em outros ambientes computacionais equivalentes, quando passarão a integrar a versão completa do ambiente DYNASIM.

Resultados

Ao final deste projeto, espera-se contribuir com a área da modelagem numérica de sistema de ancoragem e risers. Pretende-se ainda contribuir com a formação de recursos humanos com qualificações científicas e tecnológicas para atuação no desenvolvimento do setor de óleo e gás, bem como a disponibilização dos recursos computacionais gerados para realização de pesquisas de interesse. Um dos resultados recentes do DOOLINES, pode vir a mudar a maneira como é realizado o projeto de linhas ancoragem na Petrobras, com a disponibilização no DYNASIM de simulações de linhas considerando o trecho enterrado até a âncora em uma simulação acoplada (trecho enterrado + trecho submerso).

Projeto Gestão Integrada

Daniell P. Silva (Pontes@lccv.ufal.br)
Aline S. R. Barboza

Projeto de P&D
Duração: 36 meses (Em andamento)
Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: Gestão do conhecimento, Gestão por processos, Organização, sistemas e métodos

Introdução

Qualquer organização, seja ela pública, privada ou não governamental, requer uma estrutura organizacional clara, competências e responsabilidades de seus agentes bem definidas, de políticas e procedimentos formalizados, de funcionalidades computacionais que apoiam à implementação dessas políticas e a operacionalização desses processos, e de acervo documental e de conhecimento institucionalizados. No entanto, até 2019, o LCCV não dispunha de tais ativos de gestão formalizados e institucionalizados. Tal expertise gerencial habitava apenas a mente de alguns colaboradores, o que constitui potenciais riscos de gestão, tais como: perda do conhecimento, dificuldade e morosidade de acesso, falta de padronização de comportamento processual e perda de histórico organizacional. Assim, evidente é a necessidade de desenvolver e implementar recursos gerenciais de forma integrada a fim de não apenas minorar tais riscos gerenciais, mas de construir vantagens competitivas que permitam o desenvolvimento contínuo não apenas do LCCV, mas também da UFAL. Para tal, foi iniciado o Projeto Gestão Integrada, cuja apresentação constitui o objetivo desse resumo.

Metodologia

Inicialmente, foram definidos os domínios de gestão sobre os quais seriam construídos os artefatos gerenciais, que foram os seguintes: colaboradores, projetos, orçamento, finanças, suprimentos e patrimônio. Com o desenvolvimento de tais domínios, dois outros tornaram-se evidentes e transversais aos demais: conhecimento e documentos. A partir daí, foram construídas políticas e procedimentos referentes ao domínio de gestão colaboradores, bem como foi criado o portal da gestão do conhecimento na página do LCCV como um repositório para armazenamento e publicização de tais instrumentos. Ademais, vídeos institucionais apresentando as políticas e procedimentos criados foram produzidos e publicados. Em paralelo, iniciou-se o desenvolvimento do Sistema de Gestão

Integrada de Projetos Sumé de forma a apoiar a implementação das políticas e a operacionalização dos processos. Com a obtenção de dados estruturados e centralizados a partir do Sumé, foram confeccionados os relatórios gerenciais, publicados no portal da governança da página do LCCV.



Figura 1: Acesso ao Sumé.

Resultados

Até o momento, foram produzidos e publicados: 28 manuais de políticas e procedimentos, 6 vídeos que apresentam esses manuais, 6 relatórios gerenciais e 8 diagnósticos de situação, que são documentos que avaliam dada situação tendo em vista as normas que regulamentam a matéria. No que se refere ao Sumé, foram desenvolvidos os portais do colaborador, do administrador, do coordenador e do gestor, além de funcionalidades relativas a colaboradores, projetos, orçamento, finanças, suprimentos, documentos e conhecimento.

INTEGRISPAN: Ferramenta Numérica Customizada para Análise e Validação Experimental de Fadiga em Dutos Rígidos com Vãos-Livres Submetidos a VIV

Eduardo S. S. Silveira (eduardosetton@lccv.ufal.br)

Fábio M. G. Ferreira, Josué D. Silva Neto, Leandro M. Sales, Matheus A. Miranda, Weverton M. Silva

Projeto de P&D

Duração: 50 meses (Em andamento)

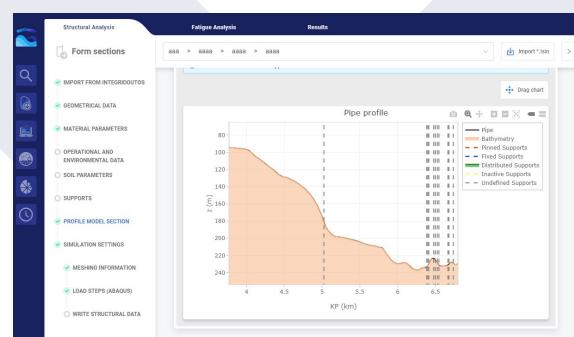
Parceiros: e LAMCSO/COPPE, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Dutos rígidos, vão-livre, Frontend

Introdução

O presente projeto tem como escopo o estudo, modelagem computacional e desenvolvimento de ferramenta numérica customizada (IntegriSpan) para análise do comportamento estrutural dinâmico de dutos rígidos submarinos em regiões com vãos-livres. Desta forma, o principal objetivo do projeto de pesquisa proposto é aumentar o conhecimento do complexo fenômeno de vibrações induzidas por vórtices (VIV) em dutos rígidos submarinos com vãos-livres. Os resultados e ferramentas obtidos ao longo deste projeto devem contribuir para melhorar a compreensão do fenômeno de vibrações nos trechos de duto rígidos submarinos em vão-livre. Portanto, espera-se que este projeto contribua de

forma significativa no entendimento do fenômeno de VIV em vãos-livres de dutos submarinos, auxiliando o desenvolvimento de projetos otimizados (redução de calçamentos) e na gestão de integridade ao longo da vida operacional.



Metodologia

Para alcançar os objetivos deste projeto, serão desenvolvidas quatro etapas principais: (i) estudo do fenômeno de VIV em dutos em vãos-livres; (ii) desenvolvimento de ferramenta customizada/template (IntegriSpan); (iii) integração entre as ferramentas IntegriSpan e IntegriDutos; (iv) análise e validação da ferramenta desenvolvida (IntegriSpan).

Resultados

Um melhor entendimento e validação experimental do comportamento dinâmico de dutos rígidos submarinos devido ao fenômeno de VIV trará benefícios tangíveis como: 1) Aplicação de metodologia de cálculo de VIV calibrada para vãos-livres e possibilidade de otimização do número de calçamentos nos vãos-livres durante a fase de projeto; 2) Avaliação mais realista de vida a fadiga residual de dutos em fim de vida operacional; 3) Padronização dos cálculos de VIV em vãos-livres através de ferramenta numérica customizada com interface gráfica (template) com metodologia, propriedades e parâmetros calibrados; 4) Otimização do tempo de análise através de ferramenta customizada com interface gráfica amigável e preparada para receber dados de solo, batimetria, etc. em formato padronizado de inspeções submarinas.

Modelagem Numérica de Interação Duto-Escorregamentos Submarinos através do Método dos Pontos Materiais

Adeildo S. Ramos Jr. (adramos@lccv.ufal.br)

Eduardo N. Lages, Eduardo S. S. Silveira, Luciana C. L. M. Vieira, Rodrigo L. Pinheiro, Diogo T. Cintra, Ricardo A. Fernandes, Leonardo T. Ferreira, Tiago P. S. Lôbo

Projeto de P&D

Duração: 38 meses (Em andamento)

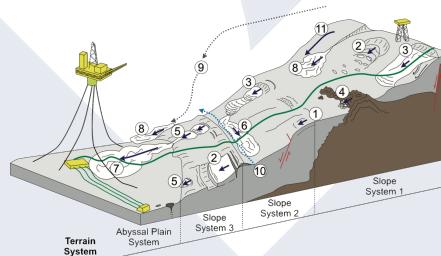
Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Escorregamentos submarinos, Método dos Pontos Materiais, Estruturas Submarinas

Introdução

Este projeto objetiva modelar numericamente os fenômenos de escorregamentos submarinos e analisar os impactos causados por estas corridas nas estruturas offshore adjacentes. A metodologia proposta contribui na investigação dos riscos de danos provocados por escorregamentos submarinos, tendo potencial impacto na redução de custos de operação e de projeto associados à exploração offshore de indústrias petrolíferas. Para tanto, desenvolvemos o software E-Sub para avaliar a dinâ-

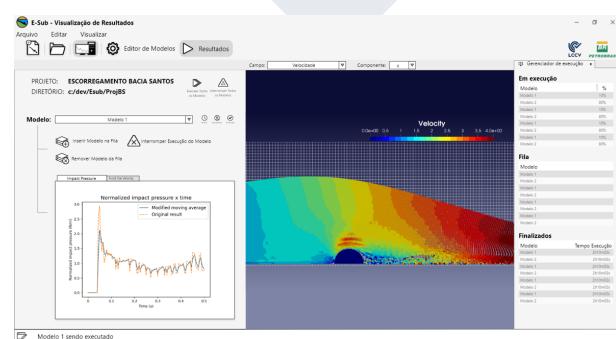
mica das corridas submarinas através do Método dos Pontos Materiais (MPM) .



Metodologia

O MPM permite a discretização de um meio contínuo em um número finito de pontos materiais. Sua formulação baseia-se em soluções obtidas através de malhas e conjuntos de pontos discretos. Esta combinação visa absorver características positivas de formulações tanto Eulerianas quanto Lagrangeanas. A aplicabilidade do MPM na simulação de escorregamentos submarinos é, portanto, o objeto de investigação deste trabalho. Os métodos numéricos envolvidos precisam lidar com não linearidades de modelos constitutivos, interações fluido-estrutura, simulações computacionais de larga escala que demandam o uso de técnicas de adaptação temporal e espacial, mecanismos de paralelização de código que aceleram o tempo de computação

dos modelos, dentre outros. Em adição, desenvolvemos um software, batizado de E-Sub, para viabilizar o uso das metodologias desenvolvidas por profissionais de diferentes áreas.



Resultados

Este projeto prevê o desenvolvimento da formulação matemática do método, de um simulador computacional e de uma interface gráfica que permita a utilização das metodologias estudadas. As implementações e formulações desenvolvidas serão verificadas e validadas com base em dados sintéticos ou resultados experimentais. Em virtude do elevado potencial do MPM em problemas de natureza de fluxo de material, as simulações propostas irão auxiliar na compreensão do comportamento de escorregamentos submarinos.

Desenvolvimento de uma Plataforma Web Colaborativa Baseada na Integração de Simuladores para Elaboração de Projetos de Engenharia Naval e Submarina na Era da Transformação Digital (Naval-SubWEB)

Eduardo S. S. Silveira (eduardosetton@lccv.ufal.br)

André L. L. Aquino, Bruno R. P. Melo, Daniel B. F. Silva, Diogo T. Cintra, Fábio M. G. Ferreira, Fabrício J. F. Farias, Kim R. Gama, Leandro M. Sales, Luana L. Menezes, Manuela O. L. Lôbo, Márcio M. Ribeiro, Ricardo A. Fernandes, Tiago P. S. Lôbo

Projeto de P&D

Duração: 48 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Plataforma Web Colaborativa, Transformação Digital

Introdução

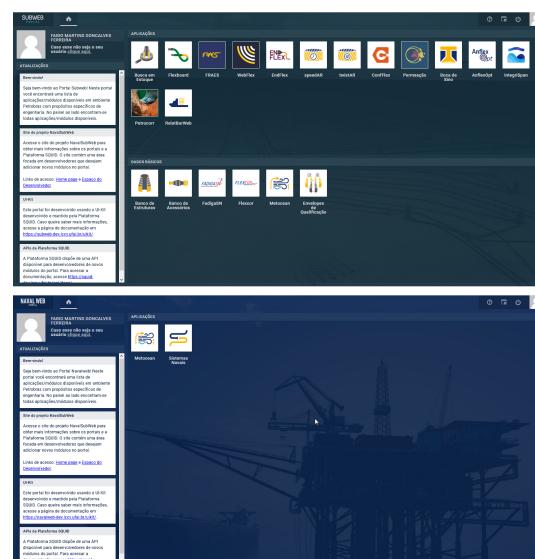
A Petrobras está incentivando cada vez mais projetos de pesquisa na linha da transformação digital. Sob essa ótica, começou-se a questionar como o processo de elaboração de projetos de engenharia naval e submarina poderiam ser otimizados e melhor acompanhados. Pois, sabe-se que a elaboração de projeto de engenharia na Petrobras é feita através de uma comunicação não estruturada, onde os engenheiros interagem entre si de forma independente, muitas vezes compartilhando documentos não estruturados, que podem acarretar em inconsistência de dados, entre outras coisas.

Metodologia

Dentro desse cenário, este projeto propõe uma plataforma na nuvem que permita o desenvolvimento de projetos de engenharia naval e submarina de forma colaborativa, disponível aos projetistas em um ambiente que capaz de centralizar as informações de um projeto com a visão de cada disciplina. Para isso, o projeto é dividido em três fases: (i) diagnóstico para levantamento de requisitos; (ii) integração de aplicações via dados; e (iii) integração de aplicações via serviço. O desenvolvimento do projeto será acompanhado através de relatórios técnicos descrevendo as atividades realizadas e os resultados obtidos.

Resultados

Com um pouco mais de dois anos de desenvolvimento, o projeto encontra-se com dois portais implantados na Petrobras. O Portal NavalWeb é voltado para aplicações da área de engenharia naval e, neste momento, disponibiliza duas aplicações para os usuários: Sistemas Navais e Metocean. O segundo portal em produção é o SubWeb, que atende aos profissionais que atuam na área de engenharia submarina. Hoje o SubWeb disponibiliza sete aplicações desenvolvida no contexto do próprio projeto: Busca em Estoque, speedAR, twistAR, Boca de Sino, Banco de Estruturas, Banco de Acessórios e Envelope de Qualificação, além de duas aplicações desenvolvidas por outras equipes, a exemplo do LACEO/COPPE.



Modelos e Ferramentas Computacionais para Apoio ao Dimensionamento de Revestimentos de Poços

William Wagner M. Lira (william@lccv.ufal.br)

João Paulo N. Araújo, Eduardo T. Lima Jr., João Paulo L. Santos, Thiago B. Silva, Lucas P. Gouveia, Felipe Pontes, Rodrigo B. Paes, Willy C. Tiengo

Projeto de P&D

Duração: 60 meses (aditivado) (Em andamento)

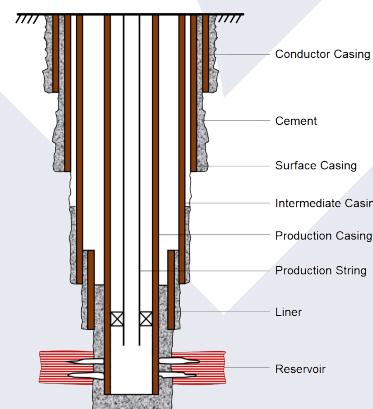
Parceiros: POLO/UFSC, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Estrutura de Poço, Integridade, Projeto de Poço

Introdução

Para uma perfuração segura de um poço de hidrocarboneto, é necessária a instalação de revestimentos para garantir a integridade do poço. Estes revestimentos são longos tubos de aço, instalados a grandes profundidades, sendo expostos a diferentes tensões durante a perfuração e vida produtiva do poço. Geralmente, os cálculos e verificações de cada tipo de solicitação são realizados em diferentes sistemas computacionais, e os resultados são unificados para geração de um único projeto de revestimento. Este projeto busca simplificar este processo, desenvolvendo uma ferramenta web capaz de calcular e verificar os carregamentos de

vários revestimentos e cenários em um único local.

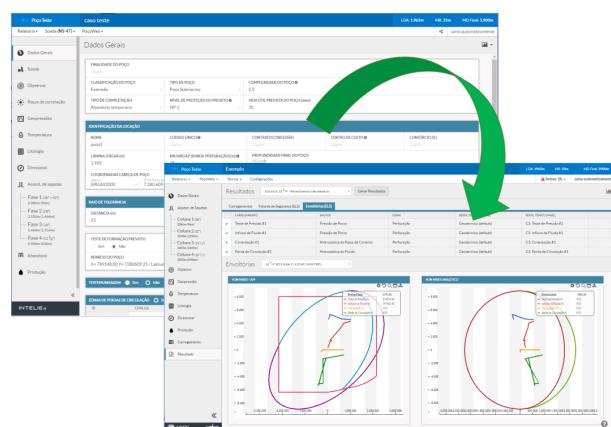


Metodologia

A API (*American Petroleum Institute*) desenvolve alguns padrões que ajudam as companhias de petróleo a definir o que deve ser levado em consideração e como calcular as solicitações para cada revestimento. Além destes padrões, cada companhia desenvolve seus próprios padrões para dimensionamento de revestimentos, baseados nas considerações da API e em suas próprias experiências, condições ambientais de seus campos, regulamentação governamental, características de reservatórios, entre outros fatores. Tudo isso deve ser levado em consideração no desenvolvimento do sistema mencionado.

Resultados

O sistema já faz parte da rotina de projetos de revestimentos de poços da Petrobras, proporcionando um ganho expressivo de tempo e qualidade de algumas etapas, pois conta com vários processos automatizados, tornando a elaboração do projeto um processo mais ágil e confiável. Em sua última atualização, foram incorporados resultados de simulações térmicas de fluxo de fluido multifásico, em parceria com o grupo POLO da UFSC. O sistema continua evoluindo, e incorporando cada vez mais etapas do dimensionamento de revestimentos de poços.



Desenvolvimento de Ferramentas Computacionais para Modelagem em Tempo Real da Integridade de Estrutura de Poço

William Wagner M. Lira (william@lccv.ufal.br)

João Paulo N. Araújo, Eduardo T. Lima Jr., João Paulo L. Santos, Thiago B. Silva, Lucas P. Gouveia, Eduardo S. Paranhos Sobrinho, Lucas G. O. Lopes, Marcio A. Guimarães, Rodrigo B. Paes, Willy C. Tiengo

Projeto de P&D

Duração: 36 meses (Em andamento)

Parceiros: ESSS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Integridade, Poços de Petróleo, Monitoramento em Tempo Real

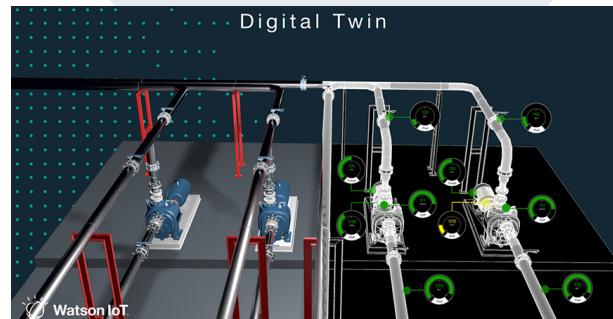
Introdução

Este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema computacional para monitoramento, em tempo real, da integridade dos poços que se encontram em produção, visando a prevenção de falhas por estarem expostos a condições não admissíveis. A principal justificativa para o desenvolvimento dessa proposta está relacionada à não existência de uma ferramenta para análise da integridade dos poços após sua construção, durante a fase de produção. Essa avaliação de integridade é importante dentro do contexto dos projetos de desenvolvimento de campos de petróleo que necessitam de elevado investimento para a sua realização, sendo boa parte desse investimento aplicada na construção de poços.

Metodologia

O sistema em desenvolvimento por este projeto foi denominado como SCORE-TR, e utiliza um simulador térmico de fluxo de fluido multifásico para estimar os perfis de pressão e temperatura nos diversos anulares dos poços, utilizando o conceito de *Digital Twin*, utilizando sensores presentes no poço para ajustar os resultados. Além disso, os sensores do poço são monitorados constantemente, em busca de sinais que possam indicar a ocorrência de alguma anomalia no mesmo, através de técnicas

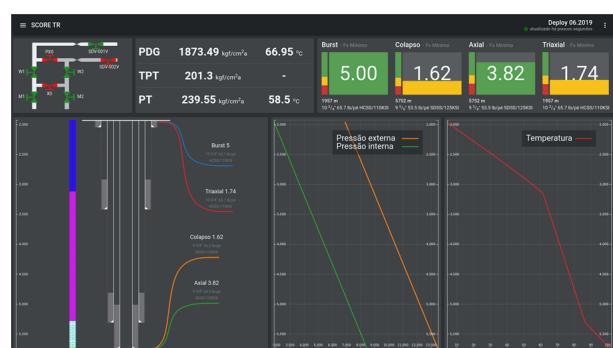
estatísticas e de inteligência artificial.



Resultados

A fase piloto do sistema já está em funcionamento, com o monitoramento de anomalias de dezenas de poços da Petrobras, e mais de 120 *Digital Twins* de poços em produção estão sendo simulados, fornecendo dados de fatores de segurança em todos os revestimentos e na coluna de produção/injeção em tempo real. Além disso, foi desenvolvido um algoritmo de contagem de ciclos de válvulas, o que permitiu à Petrobras identificar que várias de suas válvulas já se encontram próximo do limite de ciclos de abertura/fechamento especificados em contrato, levando a uma provável revisão de testes e

especificações de futuras compras de válvulas.



SESTSOLOS: Técnicas de modelagem numérica aplicadas a estimativa de propriedades de solo para projetos de poços de petróleo

João Paulo L. Santos (jpls@lccv.ufal.br)

Eduardo T. Lima Jr., Aline S. R. Barboza, Eduardo N. Lages, Adeildo S. Ramos Jr., Luciana C. L. M. Vieira, Lucas P. Gouveia, Beatriz R. Barboza, Christiano Augusto F. Várady Filho, Anderson Fernando C. Gomes, Aline V. Esteves, Everton B. Silva, Pedro Henrique Matias Silva, Jennifer Mikaela F. Melo, Raniel Deivisson A. Albuquerque, Eduardo Matheus A. Pacheco, Adlehr Gabriele C. Oliveira, Sayonara C. Bulandeira

Projeto de P&D

Duração: 54 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PROJPERF/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Início de Poço, Modelagem Computacional, Propriedades do Solo

Introdução

Revestimentos condutores são responsáveis pelo suporte de carregamentos iniciais na fase de construção de poços de petróleo (Figura 1). Visando a integridade estrutural do sistema, ferramentas computacionais são aliadas durante em todas as fases de construção e operação. Neste contexto, o presente projeto visa o desenvolvimento de estratégias e ferramentas computacionais voltadas para a fase de início de poço, especialmente para avaliação de parâmetros do solo e da integridade do conjunto solo-revestimento, incorporando técnicas robustas à prática de projeto de início de poço.

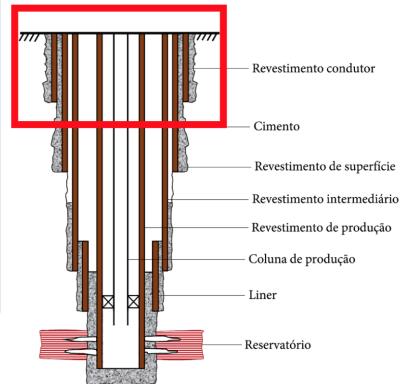


Figura 1: Revestimento Condutor. Fonte: Modificado de Bai e Bai (2010).

Metodologia

A metodologia de desenvolvimento é dividida em cinco macroetapas: A1) Estudos e desenvolvimentos relacionados a estimativa de parâmetros do solo com base em modelos estatísticos, com base em intervalo de confiança; A2) Estudos e desenvolvimentos relacionados a critérios de assentamento de revestimento condutor com base em confiabilidade estrutural ; A3) Estudos e desenvolvimentos ligados a instalação de revestimento condutor através de jateamento; A4) Estudos e desenvolvimentos ligados a instalação de revestimento condutor por cravação/martelamento; A5) Estudos e desenvolvimentos numéricos objetivando a obtenção de parâmetros estáticos e dinâmicos da interação solo-revestimento; A6) Incorporação de novos modelos e atualização do Sistema SIMCON e SEST SOLOS.

Resultados

As modelagens computacionais da instalação por martelamento e jateamento estão em fase de validação experimental com dados de um campo *offshore* brasileiro. Além disso, as subrotinas desenvolvidas estão sendo incorporadas aos sistemas SIMCON e SEST SOLOS. Seguem em desenvolvimento aprimoramentos na modelagem de revestimentos de superfície, revisões de cálculo para casos de despressurização além da melhoria na convergência do método de análise para casos de cimento próximo a superfície .

Estratégias e ferramentas computacionais para previsão de desgaste mecânico em tubulares de revestimento em poços de petróleo (SIMWEAR)

Diego V. G. Ferreira (diegovasconcelos@lccv.ufal.br)

Eduardo T. Lima Jr., João Paulo L. Santos, Lucas P. Gouveia, Aline S. R. Barboza

Projeto de P&D

Duração: 36 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Desgaste, Perfuração de Poços, Revestimento

Introdução

O sistema de revestimento é fundamental para a garantia da integridade estrutural do poço, sendo responsável por grande parte dos investimentos necessários para sua construção. O revestimento é projetado para suportar uma série de esforços durante as operações de serviço e sobrevivência de correntes de pressões e temperaturas previstas em projeto. A avaliação da integridade mecânica do revestimento é realizada a partir de critérios determinísticos e probabilísticos, tanto em Estado Limite de Serviço como em Estado Limite Último, com base na API/TR 5C3 e apresenta como parâmetro importante de projeto a espessura da parede do tubo de revestimento.

Durante o processo de construção do poço, a coluna de perfuração pode manter contato com as

partes internas do sistema de revestimento, produzindo uma força lateral que, em conjunto com a rotação da coluna, pode provocar a remoção de volume de aço da parede do tubular, reduzindo sua resistência mecânica (ver Figura 1).

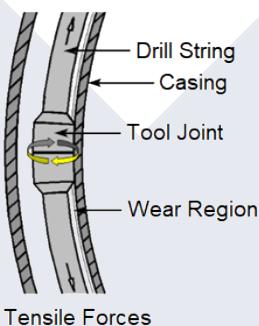


Figura 1: Modelo de força de contato.

Metodologia

A fim de alcançar os objetivos propostos neste projeto, a metodologia de desenvolvimento é dividida em quatro macroetapas: 1) Estudos e desenvolvimentos relacionados ao projeto da trajetória de poços e sua influência no desgaste do revestimento; 2) Estudos e desenvolvimentos relacionados a determinação de fator de desgaste mecânico em revestimentos; 3) Estudos de modelos de desgastes ocasionados pelo contato entre a coluna de perfuração e o revestimento de poços; 3) Estudos e desenvolvimentos de técnicas de engenharia de software aplicada a WEB.

Resultados

Com o presente trabalho, serão desenvolvidas ferramentas computacionais para auxiliar no projeto de poços de petróleo, obtendo assim: 1) Continuidade de estudos relacionados a modelos de previsão de desgaste de revestimento de tubulares com base em dados de projeto, perfilagem ultrassônica e material de revestimento; 2) Desenvolvimento de metodologia de análise de trajetória com base em dados de acompanhamento de perfuração; 3) Desenvolvimento de modelo de previsão de desgaste e validação a partir de dados de perfilagem ultrassônica; 4) Determinação do fator de desgaste a partir de dados de perfilagem de integridade de campo e ensaios experimentais de desgaste de materiais de revestimento; 5) Ferramentas computacionais para previsão de desgaste mecânico em tubulares de revestimento de poços integrada ao Sistema POÇO WEB.

Gestão integrada de projetos

Automatização de rotinas de backup

William Kleber A. Santos (wkas@lccv.ufal.br)

Daniell P. Silva

Iniciação científica, Engenharia da computação

Duração: 36 meses (Em andamento)

Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: Cloud, DevOps, Segurança de dados

Introdução

Como em um sistema de informação são armazenados dados relevantes ao funcionamento das organizações, é imprescindível implementar mecanismos de redundância desses dados, a fim de proteger a organização de eventuais sinistros. No entanto, o Sistema de Gestão Integrada de Projetos Sumé não contava com mecanismos automatizados de cópia dos seus dados e documentos em ambiente externo, o que implicava em alto risco de perda e, consequentemente, do histórico de gestão. Assim, evidente é a necessidade de reduzir tal risco através da implementação de rotina automatizada de cópia de dados e documentos em ambiente externo e protegido. Para tal, foi implementada uma funcionalidade de backup automatizada, cuja apresentação constitui o objetivo deste resumo.

Metodologia

O Sqlbak (<https://sqlbak.com/>) é uma ferramenta web de backup, com versão gratuita, compatível com sistemas Linux que permite criar e gerenciar backups de documentos e banco de dados de diversos Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), como PostgreSQL ou MySQL, que estejam instalados em um ou mais servidores remotos. Além disso, a ferramenta tem as funcionalidades de restauração do banco, monitoramento do SGBD, envio de notificações de alerta por e-mail sobre sucesso ou falha do backup ou interrupção do servidor remoto. Ademais, como não há o aplicativo One Drive, serviço utilizado pelo LCCV, para servidores Linux, foi necessário buscar uma solução alternativa para sincronização de arquivos com o serviço de nuvem. Para tal, foi utilizado o Rclone (<https://rclone.org/>), que é uma ferramenta de sincronização gratuita com o Google Drive, Onedrive, entre outros. Ele também possui

uma versão com interface gráfica, o RcloneBrowser, possibilitando a sincronização de arquivos de maneira manual ou agendada através de script no sistema operacional.



Figura 1: Ilustração do sqlbak.

Resultados

No cenário anterior ao uso dessas tecnologias, a rotina de backup necessitava de intervenção humana para a sua execução, o que acarretava maiores riscos de descontinuidade da operação. Com a implementação de forma integrada das ferramentas Sqlbak e Rclone, implantou-se uma rotina automática diária de cópia de dados e documentos em um serviço de nuvem e de monitoramento.

Estabilidade e economicidade de recursos em ambientes virtuais com Docker

Eric S. Coelho (eric.coelho@lccv.ufal.br)

Daniell P. Silva, Aline S. R. Barboza

Iniciação científica, Ciéncia da computação

Duração: 36 meses (Em andamento)

Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: DevOps, Docker, Docker Compose

Introdução

No LCCV é comum a utilização de máquinas virtuais (VMs) para disponibilizar serviços computacionais, o que provoca redundância de recursos alocados, pois cada VM terá o seu sistema operacional (SO), gerando um consumo desnecessário e reduzindo a agilidade da máquina hospedeira, prejudicando a disponibilidade dos serviços e o seu monitoramento. Além disso, a configuração e o gerenciamento de dependências dessas aplicações nas VMs são mais complexas, o que implica aumento de custos, pois demanda mais tempo da equipe de trabalho. Assim, evidente é a necessidade de implementar tecnologias que otimizem o uso de recursos computacionais e humanos no seu gerenciamento. Para tal, foi implantada a tecnologia Docker, cuja apresentação constitui o objetivo deste resumo.

Metodologia

O Docker (<https://www.docker.com/>) é uma plataforma de software que provê uma infraestrutura compartimentalizada em unidades padronizadas chamadas contêineres que reutilizam os recursos do SO da máquina hospedeira, proporcionando economia de recursos. Essa estrutura isolada contém todas as dependências que o serviço precisa para ser executado, tornando-a mais segura contra atualizações das dependências do SO, o que garante perenidade. Ademais, o Docker Compose (<https://docs.docker.com/compose/>) é uma ferramenta para definir e executar aplicações multi-contêiner de forma orquestrada que disponibiliza comandos para inspeção dos volumes, redes e contêineres. O Docker Compose utiliza um arquivo

YAML para configurar os serviços, permitindo a definição de regras de auto inicialização, redes internas entre contêineres, exposição de portas, vinculação entre volumes do sistema de arquivos do Docker e o do SO e limitação de recursos.

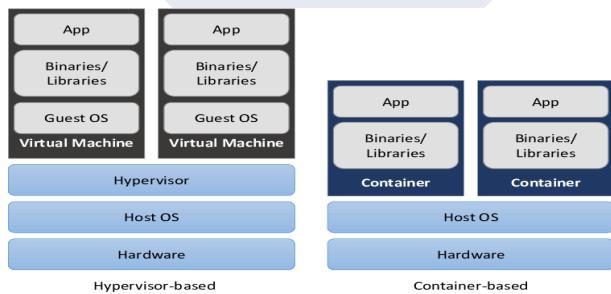


Figura 1: bit.ly/3uZmOE6.

Resultados

No Projeto Gestão Integrada, anteriormente à utilização do Docker, eram utilizadas 3 VMs, cada uma com 4 GB de RAM, 100 GB de armazenamento e CPU de 3,5 GHz com 8 núcleos. Essas VMs apresentavam travamentos constantes, demandando reinicialização manual, possuíam instâncias do Python para o backend Django e o Gunicorn WSGI (Web Server Gateway Interface). Os serviços foram reunidos em uma única máquina virtual com a mesma especificação das máquinas anteriores, mas com capacidade de memória RAM aumentada para 8GB, menor que o conjunto das VMs anteriores. Os serviços foram definidos com o SGBD compartilhado e o isolamento das instâncias de Python, e foi criado um serviço com Nginx (Servidor Web) para servir de interface entre as aplicações e a rede. A implementação implicou em estabilidade dos serviços e economia dos recursos.

Folha de pagamento como instrumento de gestão de riscos

Daniell P. Silva (Pontes@lccv.ufal.br)
Aline S. R. Barboza

Atividade de P&D
Duração: 36 meses (Em andamento)
Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: Compliance, Gestão de riscos, Recursos humanos

Introdução

No Brasil, o ordenamento jurídico relativo às relações trabalhistas é vasto, complexo e possui diversas lacunas. Tal cenário acarreta dificuldades de controle, desentendimentos e um sem número de ações trabalhistas que, independente de quem as impetrata, o ônus da prova é do empregador. Nesse contexto, a instituição conveniente que presta apoio administrativo ao LCCV tem apresentado uma crescente deficiência em seus controles e operações relativos ao pessoal contratado sob o regime da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), que podem acarretar descumprimento de obrigações legais, multas, ações trabalhistas e, consequentemente, desgaste da imagem da UFAL e do LCCV. Assim, manifesta é a necessidade de criar ferramentas que colaborem com a identificação e mitigação de tais riscos. Para esse fim, foi desenvolvida a funcionalidade de folha de pagamento do Sistema de Gestão Integrada de Projetos Sumé, cuja apresentação constitui o objetivo desse resumo.

Metodologia

De acordo com a Instrução Normativa CGU 01/2016, risco é a possibilidade de ocorrência de um evento que venha a ter impacto no cumprimento da missão e objetivos estratégicos da organização. A identificação e gerenciamento dos riscos é importante pelos seguintes motivos: maximização das chances de sucesso dos projetos, melhoraria da eficiência no uso de recursos, defesa da imagem da instituição, redução de custos e aprimoramento da qualidade dos produtos/serviços entregues. São três os componentes do risco: 1) Causa, composto pela fonte de risco e vulnerabilidade; 2) Evento, que é uma ocorrência indesejada que compromete a consecução de objetivos; e 3) Efeitos, são impactos causados pelo evento. Já o processo de ges-

tão de risco é composto pelas seguintes etapas: 1) Identificação e categorização dos eventos indesejados; 2) Identificação dos efeitos desses eventos e dos seus níveis de risco (probabilidade de ocorrência * impacto); 3) Identificação das causas desses eventos e as suas possíveis ações de prevenção; e 4) Identificação das ações de mitigação.



Figura 1: <https://bit.ly/3vegetJ>.

Resultados

Considerando que um dos princípios do LCCV é cumprir e fazer cumprir todas as suas obrigações junto a colaboradores, governo, financiadores e fornecedores e que 45,6% dos seus colaboradores são regidos pela CLT, optou-se por iniciar o processo de gestão de riscos pelo evento demandas trabalhistas. Dentre as suas possíveis causas, destacam-se a fragilidade da gestão contábil, financeira e documental por parte da instituição conveniente que presta apoio administrativo ao LCCV. Já no que se refere aos possíveis efeitos, destacam-se a perda de recursos, danos à imagem e exposição a outros riscos. Assim, para evitar as causas desse evento indesejado, foi desenvolvida a funcionalidade de folha de pagamento no Sumé, baseada no modelo de composição de custos com pessoal CLT. Tal funcionalidade permite apropriar as categorias de custo relacionadas e gerenciá-las, provendo subsídios à tomada de decisão antecipada, minimizando, assim, a probabilidade de ocorrência do evento.

Funcionalidades do processo aquisitivo implementadas no Sumé

Daniell P. Silva (Pontes@lccv.ufal.br)

Aline S. R. Barboza

Atividade de P&D

Duração: 36 meses (Em andamento)

Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos, Gestão por processos, Logística

Introdução

A entrega dos resultados esperados em cada projeto depende da tempestividade, assertividade e economicidade na disponibilização da infraestrutura de materiais, bens e serviços necessários ao desenvolvimento das atividades dos projetos. Porém, a instituição conveniente que presta apoio administrativo ao LCCV não tem apresentado a eficiência e tempestividade esperadas no suprimento da infraestrutura necessária, principalmente por não se valer de ferramentas gerenciais para o monitoramento e controle dos processos aquisitivos, o que tem acarretado processos mais demorados e caros, além de uma gestão ineficiente das informações e dos documentos relacionados aos processos, comprometendo a agilidade e assertividade da composição das prestações de contas dos projetos. Desse modo, inconteste é a necessidade de desenvolvimento de ferramentas tecnológicas que contribuam com o aprimoramento dos processos aquisitivos, tornando-os facilmente monitoráveis e acessíveis, e, assim, mais céleres e eficientes. Para tal, foram desenvolvidas funcionalidades no Sistema de Gestão Integrada de Projetos Sumé, cuja apresentação constitui o objetivo desse resumo.

Metodologia

O processo aquisitivo é composto por diversos tipos de documentos, são eles: requisição de compras, cotação, proposta comercial, ordem de fornecimento e de serviço e nota fiscal. Cada tipo de documento possui fluxos e interações próprias com os agentes envolvidos no processo. Porém, até então, o LCCV não contava com uma ferramenta para o gerenciamento desses documentos e do seu histórico de interações com os agentes envolvidos. O armazenamento dos referidos documentos se dava por meio de e-mails, o que não constitui uma ferramenta adequada de acesso, consulta e recuperação de documentos. Já no que se refere ao histórico de interações, o seu registro se dava por e-mail ou ficava apenas na mente dos seus colaboradores. Assim, a partir do modelo de gestão integrada de suprimentos do LCCV, foram desenvolvidas funcionalidades para o cadastro, consulta e edição dos documentos constituintes do processo aquisitivo, bem como o do seu histórico de interações com os agentes envolvidos.

Resultados

Foram desenvolvidas, no Sumé, funcionalidades de cadastro, busca, consulta e edição de requisições de compras, propostas comerciais, ordens de fornecimento e serviço e notas fiscais. Para cada tipo de documento, foram definidos no Sumé os seus respectivos fluxos e agentes responsáveis. A partir dessas funcionalidades, todos os documentos relacionados aos processos aquisitivos são cadastrados no Sumé, assim como as suas interações. Referidas aplicações permitiram a institucionalização estruturada e concentrada em um único repositó-

rio, permitindo não apenas a gestão de acesso a tais ativos de conhecimento, mas também a sua rápida recuperação.

Funcionalidades do processo de concessão de diárias e passagens implementadas no Sumé

Daniell P. Silva (Pontes@lccv.ufal.br)

Aline S. R. Barboza

Atividade de P&D

Duração: 36 meses (Em andamento)

Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: Gestão por processos, Gestão documental, Indicadores de desempenho

Introdução

O processo de concessão de diárias e passagens e sua respectiva documentação constitui importante componente da prestação de contas dos projetos financiados pela Petrobras. Porém, até então, o controle desses processos se dava por e-mail, que não constitui a melhor forma de gerenciamento, pois é de difícil recuperação de informações e documentos e não permite a extração de indicadores. Tal situação implicava prestações de contas com documentos faltantes, o que acarretava pendências e, consequentemente, postergação do repasse de recursos. Desse modo, inconteste é a necessidade de otimizar o referido processo. Para isso, foram desenvolvidas funcionalidades no Sistema de Gestão Integrada de Projetos Sumé, cuja apresentação constitui o objetivo desse resumo.

Metodologia

O processo de concessão de diárias e passagens envolve, no LCCV, três agentes: 1) Colaborador, cujo papel é abrir a requisição de viagem, anexar convite, comprovante de inscrição, certificado e comprovantes de embarque, além de assinar o relatório de viagem; 2) Coordenador, cujo papel é autorizar ou recusar a requisição, observando, dentre outros, a disponibilidade de recursos orçamentários; e 3) Administração, cujo papel é processar e acompanhar a requisição. Além do LCCV, a instituição conveniente que presta apoio administrativo desempenha papel efetivo no processo, como: contato e emissão de reserva junto à agênc-

cia de viagens contratada, pagamento de diárias e passagens e consolidação dos documentos para composição da prestação de contas.



Resultados

No Sistema de Gestão Integrada de Projetos Sumé, foram desenvolvidas as seguintes funcionalidades: 1) Cadastro de requisição de viagens, envolvendo a descrição do evento, período, destino, deslocamentos, justificativas e documentos; 2) Autorização, relativa ao controle orçamentário; 3) Processamento, compreendendo o registro junto à instituição conveniente que presta apoio administrativo ao LCCV; 4) Reserva, que registra a reserva emitida; 5) Período de viagem, onde o colaborador poderá anexar os comprovantes de embarque; 6) Obtenção de dados de pagamento, onde são registradas as datas de pagamento das diárias e das passagens; e 7) Assinatura do relatório de viagem, onde o relatório assinado é enviado automaticamente à conveniente. No que se refere a funcionalidades gerenciais, foram implementadas no portal do coordenador: o painel de indicadores de viagens, que permite ao coordenador ter um panorama relativo ao escopo do seu projeto; extração de dados; e relatório gerencial de viagem. Tais funcionalidades, proporcionam, além de informações para a tomada de decisão, subsídios para a composição de prestação de contas assertivas e tempestivas.

Gestão de fornecedores como ferramenta de otimização de suprimentos

Daniell P. Silva (Pontes@lccv.ufal.br)

Aline S. R. Barboza

Atividade de P&D

Duração: 36 meses (Em andamento)

Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos, Logística, Sustentabilidade

Introdução

Prover materiais, bens e serviços no tempo, qualidade e preço adequados é condição *sine qua non* para o bom desenvolvimento das atividades e consequente entrega dos resultados esperados para cada projeto. No entanto, a instituição conveniente que presta apoio administrativo ao LCCV tem apresentado uma crescente deficiência em prover tais insumos, comprometendo não só as atividades dos projetos, que dependem desse suprimento, mas também o funcionamento do laboratório, além de prejudicar a sua gestão orçamentária e financeira, uma vez que os recursos ficam bloqueados por um longo período até a conclusão, ou não, do processo aquisitivo. Assim, evidente é a necessidade de contribuir para otimizar o referido processo, tornando-o mais célere, obtendo produtos e serviços de qualidade e a um preço vantajoso, além de promover o desenvolvimento local sustentável. Para tal, foi desenvolvida a funcionalidade de gestão de fornecedores do Sistema de Gestão Integrada de Projetos Sumé, cuja apresentação constitui o objetivo desse resumo.

Metodologia

O processo de compras vai da seleção da proposta mais vantajosa à disponibilização do produto ou serviço aos projetos, estando dividido em duas fases: a interna, que compreende a abertura, autorização e processamento da requisição de compras/serviços; e a externa, que compreende a publicação do pedido de cotação, a recepção e avaliação de propostas comerciais, a emissão de ordem de fornecimento/serviço, a recepção e avaliação de conformidade de produtos/serviços e o seu pagamento. Na fase externa, os fornecedores desempenham papel central no êxito de um processo aquisitivo, pois, a partir da sua adequada gestão, obtém-se: maior qualidade dos produtos/serviços, compe-

titividade de preços, redução do tempo médio de aquisições/contratações. Assim, a partir do modelo de gestão integrada de suprimentos do LCCV, foi construído o banco de fornecedores, com a seguinte estrutura: identificação, endereços e contatos, linhas de fornecimento, produtos ofertados, ocorrências, avaliações e indicadores.



Figura 1: <https://bit.ly/3m0RbWG>.

Resultados

No Sistema de Gestão Integrada de Projetos Sumé, foi desenvolvida a funcionalidade de gestão de fornecedores. Nela, são cadastradas as informações referentes à identificação, endereços, contatos e linhas de fornecimento. A cada requisição de compras que entra na fase externa, o Sumé identifica os fornecedores que proveem aquele tipo de produto/serviço e encaminha, automaticamente, um e-mail solicitando o envio de proposta comercial. Bem como, quando uma ordem de fornecimento entra em atraso, o sistema encaminha uma cobrança ao fornecedor. Tal funcionalidade amplia a publicidade do processo, potencializando o número de propostas e, consequentemente, a obtenção de melhores preços e produtos, bem como tornando-o mais célere.

Modelo de composição de custos com pessoal CLT

Regis S. Coelho (regis.coelho@lccv.ufal.br)

Daniell P. Silva, Aline S. R. Barboza

Iniciação científica, Administração

Duração: 36 meses (Em andamento)

Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: Administração financeira, Direito do trabalho, Recursos humanos

Introdução

A composição de custos com o pessoal CLT é fator imprescindível para a projeção de gastos dessa natureza. No entanto, a sua indisponibilidade associada à não tempestividade de resposta por parte da instituição conveniente que presta apoio administrativo ao LCCV, acarreta a não possibilidade de projetar custos com o pessoal e que, sem essa, a projeção de fluxo de caixa não é completa e eficiente, tornando a tomada de decisão mais demorada e não otimizada. Assim, evidente é a necessidade de contribuir para otimizar o referido processo, proporcionando uma projeção de custos com pessoal assertiva e célere. Para tal, foi desenvolvido o modelo de composição de custos com pessoal CLT do LCCV cuja apresentação constitui o objetivo desse resumo.

Metodologia

Um componente utilizado na elaboração de orçamentos com pessoal é a sua composição de custos. No entanto, o custo de um colaborador contratado sob o regime da CLT não se resume ao seu salário. Sobre esse, incide uma série de encargos, dentre os quais podemos destacar: previdência social, que é um sistema público que garante aposentadorias, auxílios e benefícios aos trabalhadores; FGTS, que garante uma poupança forçada ao trabalhador que é custeada pelo empregador; férias, que garante ao trabalhador o descanso remunerado por 30 dias a cada ano trabalhado; e 13º Salário, que garante ao trabalhador um salário adicional a cada ano trabalhado. Além desses, também merece destaque a contribuição ao Sistema S, que custeia instituições como SEBRAE, SESC/SENAC e SESI/SENAI; e ao Salário Educação.

Resultados

A fim de facilitar a compreensão e cálculo, os referidos encargos e benefícios foram agrupados em três categorias: Recolhimento Mensal, Provisões e Fundo de Cobertura do Passivo Trabalhista (FCPT). Na categoria Recolhimento Mensal, que monta 35,94% sobre o salário, foram incluídos os seguintes encargos: 20,0% de INSS Patronal, 8,0% de FGTS, 3,1% de Sistema S (SEBRAE, SESC/SENAC e SESI/SENAI), 2,5% de Salário Educação, 1,14% de Risco de Acidente do Trabalho (RAT), 1,0% de Programa de Integração Social (PIS), e 0,2% de Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Já para a categoria Provisões, que monta 15,1% sobre o salário e é de exigibilidade anual, foram incluídos os seguintes encargos: 8,3% de 13º Salário, 2,7% de Férias, 2,22% de INSS patronal s/férias e 13º, 0,89% de FGTS sobre férias e 13º, 0,64% de INSS outras

sobre férias e 13º, 0,13% de RAT sobre férias e 13º, e 0,11% de PIS sobre férias e 13º. Por fim, para a categoria FCPT, que é exigível quando do desligamento do colaborador, foi incluída a multa de FGTS de 3,56% sobre o salário, que é devida pelo empregador quando da dispensa do colaborador sem justa causa.



Figura 1: Fluxo de caixa (bit.ly/3FxTlpL).

Modelo de gestão integrada de suprimentos do LCCV

Daniell P. Silva (Pontes@lccv.ufal.br)
Aline S. R. Barboza

Atividade de P&D
Duração: 36 meses (Em andamento)
Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos, Modelagem de processos, Ontologias

Introdução

Até 2020, os processos de compras do LCCV não eram modelados e institucionalizados em sistema de informação, tinham o seu registro, apenas, em e-mails esparsos e na mente dos colaboradores. Tal cenário acarretava dificuldades de: acompanhamento e obtenção de Key Performance Indicators (KPI) para avaliação do processo e da instituição conveniente que presta apoio administrativo ao LCCV; padronização e reúso de especificações; consulta de preços praticados; identificação de potenciais fornecedores; e guarda e recuperação de documentos relevantes aos processos. Assim, a fim de tornar o processo de compras passível de ser rastreado, gerenciado, avaliado e documentado, seria necessário modelá-lo para que, a partir desse modelo, funcionalidades de tecnologia da informação e comunicação pudessem ser desenvolvidas. Dessa forma, o modelo de gestão integrada de compras do LCCV foi desenvolvido e a sua apresentação constitui o objetivo desse resumo.

Metodologia

Um modelo, segundo Davis et al. (1993), é um substituto para a realidade, que nos permite raciocinar sobre ela de forma inteligente, lógica. É, ainda, um meio de expressão e comunicação para a computação eficiente. Para a modelagem da realidade em estudo, foi utilizada a ontologia, que é um conjunto de conceitos e termos ordenados hierarquicamente para descrever um domínio de forma explícita, permitindo o seu compartilhamento, reúso e análise. Para tal, foi utilizada a Web Ontology Language (<https://www.w3.org/OWL/>) em conjunto com o Protégé (ver Figura 2), que é um editor de ontologias e gerenciador de conhecimento gratuito e de código aberto, além da metodologia Ontology Development 101 (Noy, et al., 2001),

sendo executadas as seguintes etapas: 1) definição do escopo, mantenedores e usuários; 2) lista de conceitos relevantes ao domínio; 3) definição das classes e suas relações; e 4) definição das propriedades das classes e relações.



Figura 1: <https://protege.stanford.edu/>.

Resultados

A necessidade de modelagem do domínio de suprimentos levou ao reúso e, consequente, aperfeiçoamento de outros domínios, como: colaboradores, documentos, projetos, orçamento e finanças. A partir dessa integração, foi possível definir os atributos e relacionamentos das classes participantes do processo de gestão de suprimentos do LCCV, tais como: compras, propostas comerciais, ordens de fornecimento/serviço, notas fiscais, contratos, produtos, fornecedores e linhas de fornecimento. Baseado nas classes definidas, o modelo entidade relacionamento foi construído, provendo subsídios, assim, para a implementação do domínio suprimentos no banco de dados do Sistema de Gestão Integrada de Projetos Sumé. Ademais, foram formalizados os requisitos funcionais e regras de negócio inerentes ao domínio. Por fim, os artefatos produzidos fornecerão os subsídios necessários à construção das funcionalidades computacionais essenciais à adequada gestão de suprimentos do LCCV.

Prometheus como ferramenta de monitoramento e alerta de eventos

Guilherme M. Medeiros (guilherme@lccv.ufal.br)

Daniell P. Silva, Darlysson O. Nascimento, Higor Daniel C. Cabral, Maxsuel M. Silva, Wilamis Micael A. Aviz

Iniciação científica, Ciência da computação

Duração: 36 meses (Em andamento)

Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: Monitoramento, Servidores

Introdução

Atualmente, o LCCV utiliza em torno de 50 Máquinas Virtuais (VMs). No entanto, como é usada a versão *open-source* da VMware, o monitoramento desses recursos se dá individualmente, o que inviabiliza seu gerenciamento efetivo, uma vez que é mais moroso e, consequentemente, mais dispendioso em termos de uso de recursos humanos. Assim, a fim de otimizar o uso de recursos, tanto computacionais como humanos, na realização desse gerenciamento, é evidente a necessidade de implementar uma tecnologia que torne esse processo mais eficiente e centralizado. Para isso, será implementada a ferramenta Prometheus em conjunto com a Grafana, que constitui o objetivo deste resumo.

Metodologia

O Prometheus (prometheus.io), ferramenta *open-source*, funciona através da coleta e armazenamento métricas relativas à utilização dos recursos dos servidores. Essas métricas são armazenadas em um banco de dados multidimensional, possibilitando consultas rápidas, nas quais otimizam a solução de imprevistos. Além disso, o software consegue monitorar servidores não-contêinerizados, bem como ambientes dinâmicos contêinerizados (micro-serviços). Também gera alertas que facilitam a identificação dos problemas, como falhas no sistema, uso excessivo de processadores, memória, armazenamento, entre outros. Todas as informações podem ser visualizadas por meio da interface web do software Grafana (grafana.com), *open-source*, que utiliza modos gráficos, facilitando a interpretação e tomada de decisões. A implementação da ferramenta pode ser feita de forma

contêinerizada, utilizando Docker, por exemplo, onde se dá através da instalação de um servidor do Prometheus para coletar métricas e consultá-las, um exportador de métricas do sistema em um formato compatível com o Prometheus e a visualização através do Grafana.

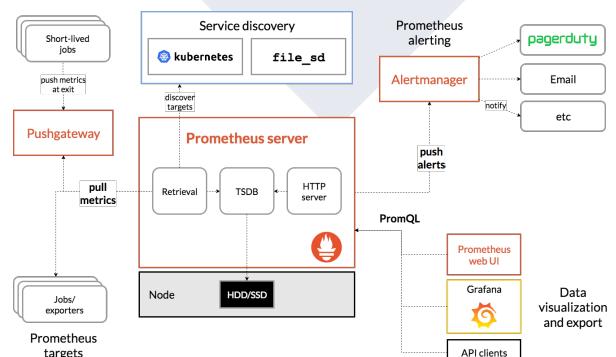


Figura 1: Arquitetura do Prometheus.

Resultados

Com a implementação efetiva do Prometheus e Grafana no ambiente computacional do LCCV, espera-se a centralização no monitoramento e histórico do uso de recursos dos diversos servidores instalados, agilidade na identificação do uso dos recursos e possíveis anomalias, além de uma maior facilidade na verificação de novos recursos ou máquinas virtuais. Portanto, com uso do Prometheus concretizado, o LCCV terá uma melhoria no gerenciamento de seus recursos computacionais, otimizando os investimentos em novos servidores.

Racktables como ferramenta para o gerenciamento de infraestrutura

Darlysson O. Nascimento (darlysson@lccv.ufal.br)

Daniell P. Silva, Guilherme M. Medeiros, Higor Daniel C. Cabral, Maxsuel M. Silva, Wilamis Micael A. Aviz

Iniciação científica, Engenharia da computação

Duração: 36 meses (Em andamento)

Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: Ativos de rede, Documentação, Gerenciamento

Introdução

Dispor de informações estruturadas e centralizadas sobre os ativos de rede do LCCV provê subsídios para uma tomada de decisões mais tempestiva e eficiente sobre investimentos, bem como potencializa a eficiência das ações de manutenção corretiva e preventiva. No entanto, o LCCV não conta, atualmente, com uma metodologia efetivamente implementada para gestão dessa infraestrutura. Com isso, é evidente a necessidade de implementar uma ferramenta sistemática para otimizar o uso de recursos humanos no gerenciamento de tais ativos, bem como de otimizar o processo de levantamento de necessidades e de tomada de decisões relativas a investimentos. Assim, constitui objetivo deste resumo apresentar a ferramenta Racktables.

Metodologia

O RackTables (www.racktables.org) é um sistema de gerenciamento de ativos de *datacenter*. Trata-se de uma aplicação web *open-source* que possibilita o cadastro de racks e de equipamentos em seu interior, como nobreaks, roteadores, switches, servidores, storages, DIO, etc. Assim, provê aos seus usuários uma lista completa dos dispositivos e equipamentos cadastrados. Além disso, o software é capaz de gerenciar os endereços virtuais dos dispositivos, agrupando-os em categorias, criar usuários e gerir suas permissões, documentar regras NAT, entre outros. A implementação do Racktables pode ser feita utilizando servi-

dores Apache, tendo PHP como *front-end* e um MySQL/MariaDB como *back-end*



Resultados

É previsto que a utilização do Racktables proporcionará, de forma remota, documentação centralizada e dados estruturados quanto à infraestrutura de ativos de rede do LCCV, além de subsídios a um planejamento efetivo de ações de manutenção. Com isso, haverá ganhos em tempo de resposta de ações preventivas e corretivas na manutenção dessa estrutura, bem como levantamento de necessidades de ativos de rede de forma mais tempestiva e assertiva.

networks (11)		
prefix	name/tags	capacity
10.200.0.0/31	M-L P2P Moscow, London, small network, WAN link	2/2
10.200.0.2/31	L-NY P2P London, New-York, London, small network, WAN link	2/2
10.200.0.4/31	NY-T P2P New-York, Tokyo, New-York, small network, WAN link	2/2
10.200.0.6/31	T-M P2P Tokyo, Moscow, small network, WAN link	2/2
10.200.1.0/26	London network devices and Vl... London, medium network	8/64
10.200.1.64/26	London server farm London, medium network	9/64
10.200.2.0/26	New-York network devices New-York, medium network	4/64
10.200.2.64/26	New-York servers New-York, medium network	14/64
10.200.3.64/26	Tokyo server farm Tokyo, medium network	6/64
10.200.4.0/26	Moscow network devices Moscow, medium network	5/64
10.200.4.64/26	Moscow servers Moscow, medium network	9/64

Tratamento de requisições HTTP assíncronas com RabbitMQ e Celery

Eric S. Coelho (eric.coelho@lccv.ufal.br)
 Daniell P. Silva, William Kleber A. Santos

Iniciação científica, Ciéncia da computação
 Duração: 36 meses (Em andamento)
 Financiamento: LCCV/UFAL

Palavras-chave: DevOps, Gerenciamento de filas, Métodos assíncronos

Introdução

No Sistema de Gestão Integrada de Projetos Sumé, a tarefa de envio de emails é feita de forma direta dentro do fluxo principal de uma requisição ao servidor web, o que pode demandar muito tempo para ser respondida, comprometendo a experiência do usuário. Esse tempo é incrementado à medida que a quantidade de emails que são enviados for aumentando, prejudicando a usabilidade e disponibilidade do sistema. Além disso, podem ocorrer falhas nos envios, necessitando de um tratamento para esses casos de forma a garantir a confiabilidade da entrega. Assim, evidente é a necessidade de implementar tecnologias que permitam execuções assíncronas de tarefas de forma a melhorar a experiência do usuário e ampliar o nível de confiabilidade de execução. Para tal, serão implementadas as tecnologias RabbitMQ e Celery, cuja apresentação constitui o objetivo deste resumo.

Metodologia

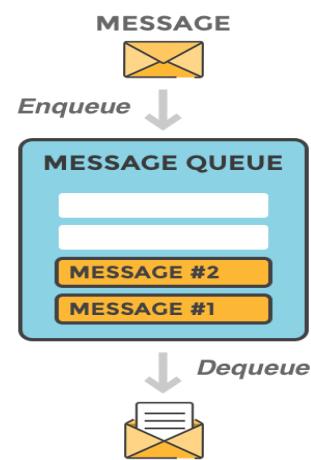
O Celery (<https://docs.celeryproject.org/>) é um sistema gratuito de fila de tarefas assíncronas e distribuídas. É focado na operação em tempo real, mas também oferece suporte a agendamento, sem ser necessário o uso de CRONTAB. A arquitetura da fila consiste em aplicações que enviam as tarefas para o broker armazená-las até que sejam requisitadas posteriormente, permitindo que o servidor web responda de forma rápida, pois o processamento de tarefas custosas é adicionado à fila para ser executado em outro momento. O Rab-

bitMQ (<https://www.rabbitmq.com/>) é um broker gratuito que suporta múltiplos protocolos e é compatível com vários sistemas operacionais e linguagens de programação. Atua como intermediário no gerenciamento da fila das tarefas que serão enviadas para os Celery workers executarem.



Resultados

Com a implementação da metodologia proposta é esperado que a experiência do usuário seja melhorada, pois o processamento de funções custosas de maneira assíncrona permite um melhor tempo de resposta do servidor web. Além disso, a confiabilidade da execução das tarefas é melhorada, pois os registros do processamento das tarefas permitem um melhor monitoramento do status e tratamento das eventuais falhas, bem como permite a distribuição das tarefas, evitando, assim, picos de processamento, otimizando, dessa forma, o uso dos recursos computacionais.



Dutos e Risers

Desenvolvimento de uma ferramenta web para modelagem de dutos rígido submarinos

Emerson Acácio F. Santos (emerson_acacio@lccv.ufal.br)

Eduardo S. S. Silveira, Fábio M. G. Ferreira, Josué D. Silva Neto, Matheus A. Miranda, Weverton M. Silva

Atividade de P&D, Engenharia civil

Duração: 50 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Dutos rígidos, vão-livre, Frontend

Introdução

A etapa de modelar problemas numéricos complexos em elementos finitos pode demandar bastante tempo, principalmente quando as aplicações são genéricas, desenvolvidas para qualquer cenário, exigindo um conjunto de passos nem sempre intuitivos. Logo, essa ferramenta vem com o objetivo de simplificar a modelagem de dutos rígidos submarinos, por meio da automatização do processo de desenvolvimento do modelo numérico e consumo de informações já existentes em banco de dados. Sendo assim, o presente trabalho foi dedicado ao desenvolvimento do *frontend* da aplicação, englobando a interface *web*, com todos os seus componentes, e a comunicação com o *backend*.

Metodologia

Com o objetivo de evitar retrabalho, o *layout* da interface foi desenvolvido na forma de *mockup*, construído por meio de diversas interações com o público alvo, com o intuito de atender as necessidades e o conforto dos usuários. A interface está sendo implementada em *JavaScript* com o emprego de tecnologias amplamente difundidas no mercado (Figura 1). Neste sentido, o *React* vem sendo empregado, permitindo o desenvolvimento baseado em componentes encapsulados, que gerenciam seus próprios estados e se agrupam, formando uma interface complexa.

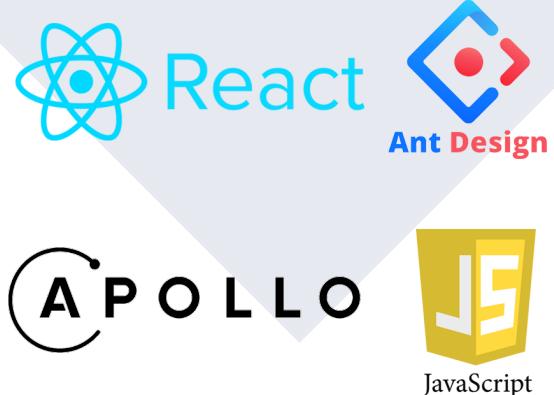


Figura 1: Tecnologias empregadas para o desenvolvimento.

Resultados

A ferramenta está em pleno desenvolvimento e já contém vários módulos, como o banco de dados de corrente, banco de dados de solos e geração de modelo numérico com batimetria plana. A mesma deve contar com um módulo de geração e visualização de modelos que envolvem batimetrias complexas, onde o solo marinho será modelado com elementos de contato e a simulação será realizada no ABAQUS®.

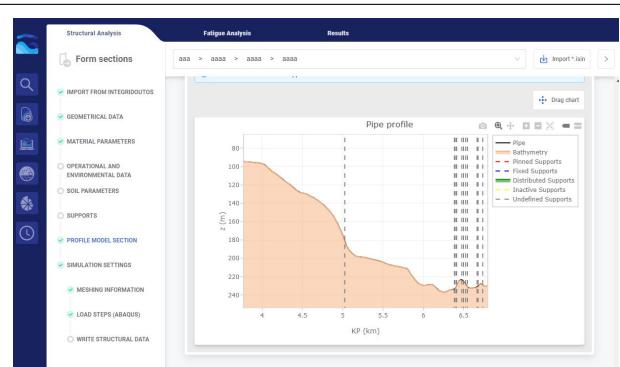


Figura 2: Exemplo da interface.

Aplicação local para execução de simulações e geração de resultados do IntegriSpan

Josué D. Silva Neto (josue.neto@lccv.ufal.br)

Eduardo S. S. Silveira, Emerson Acácio F. Santos, Fábio M. G. Ferreira, Matheus A. Miranda,
Renato R. L. Santos, Weverton M. Silva

Projeto de P&D

Duração: 50 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Dutos rígidos, Simulação, Estruturas Submarinas

Introdução

O *IntegriSpan Simulation Manager* é uma aplicação desktop criada para executar simulações e extraír resultados das análises geradas pelo IntegriSpan (web) com o mínimo de distração para o fluxo de trabalho normal do projetista. O usuário pode acompanhar os detalhes da execução, como o *log* do Abaqus® e a extração de dados do seu arquivos de saída com formato proprietário. A Figura 1 apresenta a interface do IntegriSpan Simulation Manager.

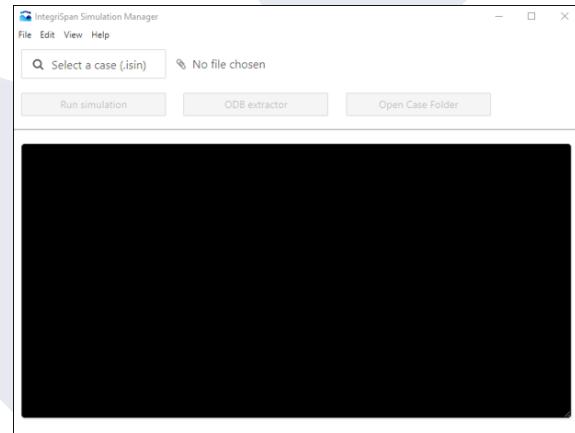


Figura 1: Interface do IntegriSpan Simulation Manager.

Metodologia

Os arquivos com dados para análise gerados no IntegriSpan tem a extensão proprietária **.isin**, um acrônimo para **IntegriSpan Input**. Desta forma, o usuário pode selecionar qualquer caso gerado no IntegriSpan para análise. A aplicação gerencia a execução do Abaqus® e posterior extração dos resultados, através de um arquivo **.isout**, um acrônimo para **IntegriSpan Output**, a ser lido no IntegriSpan. A Figura 2 mostra a aplicação após finalizada uma simulação.

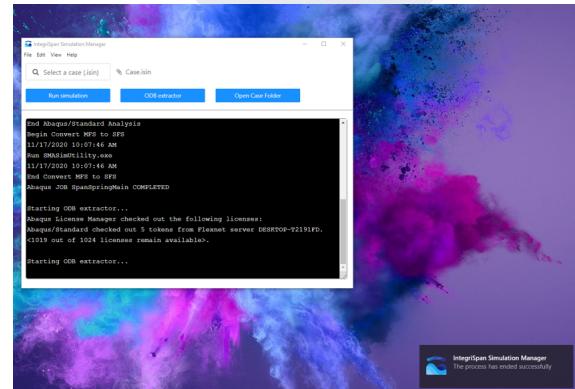


Figura 2: Interface do IntegriSpan Simulation Manager após finalizada a simulação.

Resultados

O *IntegriSpan Simulation Manager*, atuando junto ao IntegriSpan facilitam o processo de modelagem computacional e análise do comportamento estrutural dinâmico de dutos rígidos submarinos em vãos livres. Atualmente a ferramenta está na versão 1.0, responsável por gerenciar simulações e análises de fadiga através da FatFree®.

Desenvolvimento de uma ferramenta para análise de dutos rígidos em vãos livres submetidos à vibração induzida por vórtice (VIV)

Matheus A. Miranda (matheus_miranda@lccv.ufal.br)

Eduardo S. S. Silveira, Emerson Acácio F. Santos, Josué D. Silva Neto

Iniciação científica, Engenharia civil

Duração: 12 meses (Finalizado)

Financiamento: PIBIC/UFAL

Palavras-chave: Dutos rígidos, VIV, Fadiga

Introdução

Um dos maiores desafios no projeto de dutos submarinos é a ocorrência de vãos livres devido às irregularidades do leito marinho. Estas irregularidades podem comprometer a integridade estrutural do sistema ao expô-lo a cargas oriundas das Vibrações Induzidas por Vórtices (VIV), o que diminui a vida útil dos dutos, principalmente devido à fadiga. Isto posto, existem diversas planilhas eletrônicas que auxiliam os projetistas no dimensionamento de dutos em vãos livres, como a FatFree®. Um grande problema relacionado com essas planilhas é a dificuldade de acoplá-las a novas aplicações. Este trabalho tem como objetivo implementar uma ferramenta *web* para o cálculo de parâmetros relevantes para a análise de vida à fadiga de dutos submarinos, com uso de recursos modernos de programação, facilitando a reutilização em novas aplicações.

Metodologia

A interface da ferramenta foi desenvolvida utilizando *React JS* (ver Figura 1). Já a comunicação com o lado do servidor, onde os cálculos são executados, foi implementada com uso de uma API (*Application Interface Programming*) construída na linguagem Python por meio do *framework Flask*. Os cálculos relacionados com os parâmetros para a análise de fadiga foram baseados na prática recomendada DNVGL-RP-F105 enquanto os parâmetros relacionados com as rigidezes do solo basearam-se na prática recomendada

DNVGL-RP-F114.

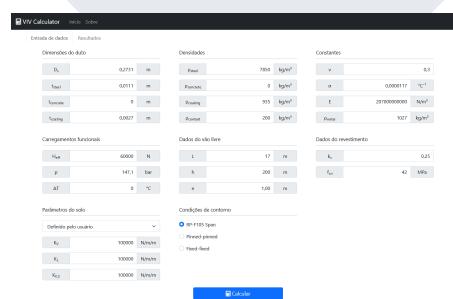


Figura 1: Interface da ferramenta.

Resultados

Para validar a aplicação, foram reproduzidos exemplos dispostos no manual da planilha eletrônica FatFree® e outros trabalhos que utilizaram essa ferramenta. Sendo assim, com relação aos parâmetros calculados na aplicação, o desvio percentual observados foram pequenos (ver Figura 2). Portanto, a implementação dessa ferramenta contribuiu com o conhecimento sobre dutos submarinos submetidos a VIV por meio da revisão das práticas recomendadas e forneceu uma aplicação

capaz de ser acoplada a outros programas.

Parâmetro	Valor – FatFree®	Valor - Ferramenta	Erro percentual
$f_{1,in-line}$	1,323	1,323	0,000%
$f_{1,cross-flow}$	1,327	1,327	0,000%
$A_{1,in-line}^{max}$	170,000	170,121	0,071%
$A_{1,cross-flow}^{max}$	170,000	170,121	0,071%

Figura 2: Comparaçao dos valores obtidos.

Framework computacional para análise de fadiga em dutos submarinos em vão-livre

Weverton M. Silva (weverton.marques@lccv.ufal.br)

Eduardo S. S. Silveira, Adeildo S. Ramos Jr.

Dissertação de mestrado, Engenharia civil

Duração: 36 meses (Finalizado)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Estruturas Submarinas, Modelagem numérica, Backend

Introdução

A indústria de petróleo tem grandes preocupações sobre como o fenômeno da Vibração Induzida por Vórtice (VIV) afeta a vida à fadiga dos componentes e dutos submarinos, especialmente os dutos em vão-livre. Várias dessas estruturas instaladas já chegaram ao final, ou estão próximas, de sua vida de projeto, o que torna imperativo revisitar as previsões iniciais e avaliar a necessidade de intervenção para estender a vida útil das mesmas. Essas e outras análises se baseiam na correta representação no comportamento real do duto. No entanto, essa não é uma tarefa trivial, uma vez que depende da utilização de vários *softwares* para etapas intermediárias. Além disso, essas análises envolvem manipulação de grandes quantidades de dados relacionados à batimetria do fundo marinho e propriedades dos materiais, geometria do duto, correnteza, entre outros. Dessa forma, todo esse processo costuma ser demorado e passível de erros. Concomitantemente, a indústria de óleo e gás tem passado por uma transformação digital nos anos recentes. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e estrutura de um *framework* computacional com funcionalidades do pré ao pós-processamento de dados da análise que visam melhorar o fluxo de análise de fadiga em dutos submarinos sujeitos a vãos-livres.

Metodologia

As etapas iniciais do trabalho foram: 1) revisar a literatura acerca dos temas nos quais um profissional lida nesta tarefa — modelagem do assentamento de dutos e vibração induzida por vórtice — a fim de nivelar os conhecimentos básicos necessários para o próximo item; 2) entender o fluxo básico de trabalho de um profissional, desde o acesso às informações até chegar nos resultados de fadiga. Nessa etapa foram identificados os principais gargalos do processo, destacando aqueles de maior potencial de automatização; 3) integrar-se das funcionalidades e formas de manipulação das ferramentas usadas nas tarefas de análise, como o ABAQUS e a planilha FatFree.

Resultados

Ao abstrair certas complexidades da análise, a ferramenta também diminui a curva de aprendizado para novos profissionais, tornando-os produtivos mais rapidamente. Para além do ganho em produtividade, o fato de a ferramenta incluir funcionalidades de geração de gráficos (como os da Figura 1) permite aos usuários padronizar a elaboração e apresentação de resultados. Essa padronização facilita o entendimento dos resultados e favorece a adoção de aplicações construídas com base na ferramenta dentro de um grupo de usuários.

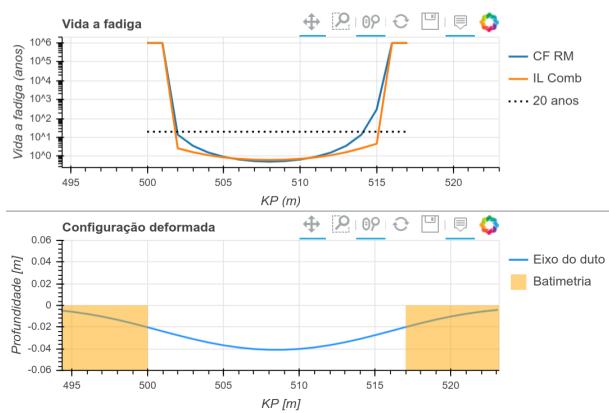


Figura 1: Arquitetura da aplicação.

Novas implementações no *backend* para a aplicação IntegriSpan

Weverton M. Silva (weverton.marques@lccv.ufal.br)

Eduardo S. S. Silveira, Fábio M. G. Ferreira, Emerson Acácio F. Santos, Josué D. Silva Neto, Renato R. L. Santos

Atividade de P&D

Duração: 50 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Estruturas Submarinas, Modelagem numérica, Backend

Introdução

O projeto IntegriSpan se propõe a desenvolver uma aplicação para facilitar o fluxo de geração de modelos para análise de fadiga em dutos em vão-livre. Essa aplicação deverá conter uma série de funcionalidades para pré e pós-processamento de dados de análise de fadiga, como geração de arquivos de entrada do software de simulação (ABAQUS®), processamento dos resultados e geração de gráficos com os resultados. A presente atividade prevê modelar e implementar a aplicação do *backend*, responsável por disponibilizar essa as funcionalidades previstas para a aplicação por meio de uma API.

Metodologia

O desenvolvimento de aplicações web modernas promovem a separação dos componentes em *frontend* (responsável pela interface gráfica executada no cliente) e *backend* (responsável pelas regras de negócio e manipulação do banco de dados), que se comunicam por meio de uma API. Isso permite que esses componentes possam se utilizar do conjunto de tecnologias mais adequado para cada tarefa. Uma vez que as funcionalidades da aplicação, associadas às regras de negócio, já estão implementadas em Python, linguagem escolhida para a implementação de parte do *backend*, a reutilização de código e comunicação interna no lado do servidor é facilitada. A aplicação deve se beneficiar do uso de APIs dos serviços providos pelo sistema SubWeb/SQUID. De modo a trabalhar com um único modelo. A API do *backend* implementará o modelo de *GraphQL*. Na versão anterior usava-se a aplicação Hasura para geração automática da API *GraphQL*. No entanto, devido às limitações da aplicação Hasura em relação ao banco de dados do SubWeb, a API teve que ser substituída.

Resultados

A nova API foi implementada usando a linguagem de programação Python com as bibliotecas Django e Graphene (Figura 1). Essa API comprehende tanto as operações para acesso e manipulação das informações contidas no banco de dados, como as funcionalidade de pré e pós-processamento dos dados de simulação. Dentre as novas funcionalidades implementadas está a geração dos arquivos para simulação de um novo modelo, que pretende simular, de forma simplificada, as etapas assentamento do duto sobre o solo marinho, e as condições de carregamento operacionais posteriores.

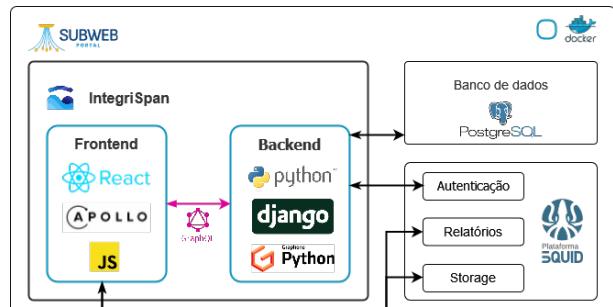


Figura 1: Arquitetura da aplicação.

Engenharia de Poços

Análise de sensibilidade de parâmetros constitutivos de rochas salinas na avaliação do comportamento de anulares de poços verticais

Luiz E. Silva Filho (luiz.elias@lccv.ufal.br)

Catarina N. A. Fernandes, Ricardo A. Fernandes, William Wagner M. Lira

Iniciação científica, Engenharia civil

Duração: 12 meses (Finalizado)

Parceiros: PIBIC/UFAL, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Rochas salinas, Análise de sensibilidade, Poços de petróleo

Introdução

O comportamento viscoelástico de rochas salinas perfuradas por poços, provoca o deslocamento de suas paredes no sentido do fechamento (Figura 1), podendo causar danos operacionais. A modelagem computacional para a previsão desse fechamento é um mecanismo importante para evitar tais danos. Por outro lado, as propriedades viscosas utilizadas nessa modelagem têm um complexo processo de obtenção. Nesse contexto, este trabalho apresenta uma análise de sensibilidade destas propriedades na avaliação do comportamento mecânico de poços verticais, visando auxiliar a compreensão dos

erros cometidos ao se utilizar valores aproximados.

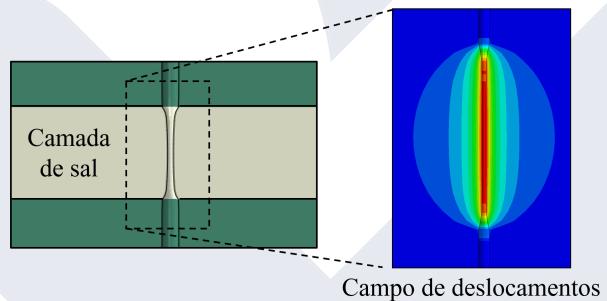


Figura 1: Fechamento do poço. Fonte: Autor.

Metodologia

Para alcançar os objetivos propostos, a metodologia de desenvolvimento deste trabalho é dividida em quatro macroetapas: 1) A escolha de um cenário de poço de petróleo que atravessa formações de sal e usado como referência no estudo; 2) Ajuste de um modelo de regressão para o comportamento do poço, usando como base um banco de dados de poços previamente simulados com diferentes propriedades da litologia; 3) Cálculo das sensibilidades em diversos pontos do modelo ajustado; e 4) Cálculo de estatísticas relativas a tendência central, dispersão e distribuição das sensibilidades.

Resultados

O procedimento desenvolvido foi realizado para cada uma das variáveis viscosas de três rochas salinas (halita, carnalita e taquidrita). Para inferir sobre os parâmetros mais influentes, calcula-se a média e o desvio padrão das sensibilidades, além de utilizar gráficos de violino para entender como essas sensibilidades se distribuem. A Figura 2 mostra os gráficos de violino para a taxa de deformação por fluência de referência ($\dot{\epsilon}_0$) para as 3 rochas e, sendo as sensibilidades dessa variável bastante elevadas (com médias entre 65 e 75%). Além disso, as faixas superiores são mais largas, isto é, uma parte considerável das sensibilidades se concentram nos

valores acima da média.

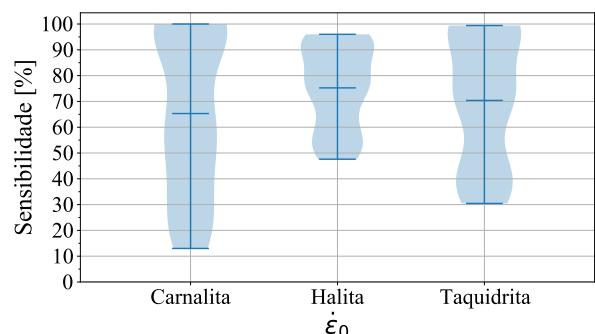


Figura 2: Resultados da aplicação. Fonte: Autor.

Contribuição para o aprimoramento de um simulador térmico em colunas de revestimento e anulares de poços de petróleo

Luiz E. Silva Filho (luiz.elias@lccv.ufal.br)

Lucas P. Gouveia, Thiago B. Silva, William Wagner M. Lira, Eduardo T. Lima Jr., João Paulo N. Araújo

Iniciação científica, Engenharia civil

Duração: 24 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Transferência de calor, Perfis de temperatura, Projeto de poços

Introdução

O escoamento em um poço de petróleo é complexo e, via de regra opera em regime multifásico e turbulento sob diferentes padrões de escoamento (Figura 1). Essa complexidade reflete-se na previsão dos perfis de temperatura dos revestimentos e anulares do poço. Tais perfis são muito importantes, uma vez que são essenciais para cálculo do aumento de pressão nos anulares (APB), além de que a temperatura influencia no processo de corrosão do aço dos revestimentos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho consiste em aperfeiçoar e desenvolver novas funcionalidades em um simulador térmico de poços de petróleo já existente. Pretende-se implementar um modelo de escoamento multifásico no interior do poço e incorporar novas op-

rações de produção no simulador, sobretudo em situações que necessitam de elevação artificial utilizando o método de *gas-lift*.

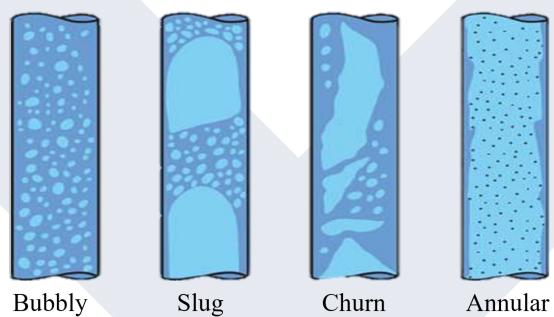


Figura 1: Padrões de escoamento multifásico.

Metodologia

A metodologia de desenvolvimento do trabalho é baseada em 4 etapas principais: i) Pesquisa e avaliação de modelos multifásicos da literatura e sob quais condições (regime, padrão de escoamento, diâmetro, inclinações, etc.) são válidos; ii) Implementação e validação desses modelos através de dados de poços reais ou de dados de trabalhos publicados; iii) Estudo de modelos para os cálculos dos perfis em situações de elevação artificial de fluidos; e iv) Implementação e validação dos modelos supracitados.

Resultados

O trabalho está em fase inicial, de modo que modelos de escoamento multifásicos consagrados na literatura e utilizados em simuladores comerciais foram levantados, como os modelos de Beggs & Brill e Hagedorn & Brown. Nos próximos passos, esses modelos serão implementados e acoplados ao simulador existente, os resultados obtidos com esses modelos devem ser comparados com casos de referência a fim de validá-los. Em paralelo, estratégias para o cálculos dos perfis de temperatura em operações de elevação artificial serão estudados e, posteriormente, implementados. A principal contribuição do trabalho é a expansão da aplicabilidade do simulador, permitindo que este seja utilizado em mais cenários.

Técnicas de Processamento de Dados para Suporte à Detecção de Anomalias

Igor M. N. Oliveira (igornery@lccv.ufal.br)
João Paulo N. Araújo, Eduardo S. Paranhos Sobrinho

Atividade de P&D
Duração: 12 meses (Em andamento)
Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Processamento de Dados, Big Data, Detecção de Anomalias

Introdução

Como suporte aos módulos de detecção de anomalias em desenvolvimento pelo grupo de P&D, dados brutos provenientes de sensores instalados ao longo de um poço são submetidos a vários métodos de processamento de dados para organização e filtragem de informação. O presente projeto tem por objetivo realizar o processamento de dados históricos de modo a transformar os dados brutos em informação legível por meio de gráficos ou de arquivos para serem recebidos pelos módulos de detecção de anomalias.

Metodologia

Os métodos de processamento de dados utilizados englobam a classificação, padronização, correção de dados ausentes ou irregulares, eliminação de redundâncias, redução do número de informações e por fim, regularização e interpolação dos dados com irregularidade temporal.

Resultados

As técnicas de processamento utilizadas sobre os dados brutos viabilizam a sua aplicação no módulo de detecção de anomalias, como também permitem a visualização dos dados por meio de gráficos, uma vez que a demasiada quantidade de dados impossibilitava sua visualização. A filtragem de dados alcançou uma redução efetiva de até 99,90% de seus dados sem perda expressiva de informação, em alguns casos onde não há variações expressivas de dados de carregamento sobre um intervalo de tempo. Similarmente, a regularização e interpolação dos dados com irregularidade temporal dá suporte para análise de tendências por meio das

derivadas computacionais dos dados de carregamento, base de um dos módulos de detecção de anomalias explorado.



Figura 1: Janela temporal dos dados pós processamento.

Estudo comparativo de modelos matemáticos associados à expansão térmica de fluidos confinados em anulares de poços de petróleo

João V. R. Cruz (joao.cruz@lccv.ufal.br)

Catarina N. A. Fernandes, William Wagner M. Lira

Iniciação científica, Engenharia civil

Duração: 12 meses (Em andamento)

Parceiros: PETROBRAS, Financiamento: PIBIC/CNPq

Palavras-chave: APB, Expansão térmica, Revestimento de poços

Introdução

Poços de petróleo são estruturas essenciais para produção de petróleo e/ou gás natural. Assim, é necessário garantir que essas estruturas sejam elaboradas de maneira adequada, prevendo a influência de inúmeras ações. Dentre essas ações destaca-se o aumento de pressão nos anulares (APB), que ocorre em decorrência de fatores como as elevadas profundidades em que se encontram os reservatórios de petróleo. A produção do petróleo a altas temperaturas provoca elevação de pressão em anulares confinados (Figura 1), regiões não cimentadas do revestimento. Para analisar essa questão, o estudo e desenvolvimento de mecanismos para avaliação do APB é um dos itens previstos no projeto mais amplo ao qual este trabalho se insere. Além disso, é necessário aplicar nesses estudos os em-

basamentos de modelos matemáticos que tratam da expansão térmica associada aos fluidos confinados, o que promoverá uma comparação dos modelos idealizados com modelos mais realistas.

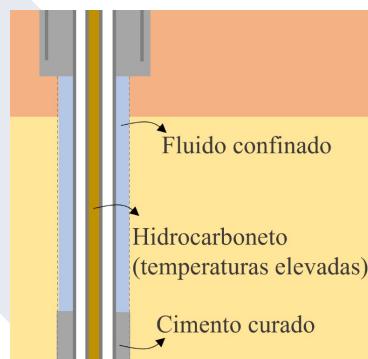


Figura 1: Fluido confinado em anular.

Metodologia

A metodologia de desenvolvimento deste trabalho é dividida em cinco etapas principais: i) Estudo e aplicação de equações fundamentais que descrevem a expansão do fluido sujeito a um incremento constante de temperatura; ii) Aplicação das equações estudadas a um fluido confinado sujeito a um perfil de temperatura; iii) Estudo e aplicação de modelos de fluidos mais complexos sujeitos a um incremento constante de temperatura; iv) Aplicação das equações estudadas a um fluido confinado sujeito a um perfil de temperatura; v) Elaboração de gráficos e tabelas comparativos e discussão dos resultados.

Resultados

O trabalho encontra-se em fase inicial. Estudos sobre projetos de revestimento de poços e sobre o fenômeno APB estão sendo realizados a fim de promover uma compreensão global do problema em questão. Os próximos passos preveem a capacitação dos pesquisadores e a aplicação dos modelos matemáticos estudados. Ao final do trabalho é esperado que sejam definidos mecanismos que possam analisar de maneira adequada a expansão térmica dos fluidos confinados.

Contribuição à modelagem térmica de poços de óleo e gás em fase de produção

José Diego Silva (jose.diego@ctec.ufal.br)

Thiago B. Silva, Eduardo T. Lima Jr.

Iniciação científica, Engenharia química

Duração: 7 meses (Finalizado)

Financiamento: PIBIC/CNPq

Palavras-chave: Perfis térmicos do poço, Aumento da pressão de anulares (APB), Modelos PVT

Introdução

A exploração de poços *offshore* é uma atividade complexa e multidisciplinar, que pode trazer consigo alguns problemas. Quando o poço entra em operação, inicia-se o escoamento no interior da coluna de produção, provocando aquecimento em seu entorno. A variação na temperatura provoca um incremento de pressão nos anulares confinados do poço, o qual pode ser catastrófico em alguns casos. Esse fenômeno é conhecido como APB (*Annular Pressure Buildup*). Sendo assim, objetiva-se estudar e desenvolver um simulador, capaz de prever o comportamento térmico e estimar o valor do APB ainda na fase de projeto.

Metodologia

Neste trabalho, foi desenvolvido um simulador para a estimativa dos perfis térmicos e do fenômeno APB. Para isso, desenvolveu-se os modelos computacionais em *Python 3*. A modelagem foi realizada considerando diversas geometrias de poços, fluidos variados com fases e composições distintas. O simulador está preparado para diversas condições de contorno, e é sensível a diferentes quantidades e profundidades de anulares. Por fim, aplica-se um estudo de caso objetivando-se realizar uma análise de sensibilidade em relação ao tempo de produção e a composição dos fluidos.

Resultados

O módulo APB, mostra-se sensível e assertivo em diferentes geometrias de poço. Da mesma forma, os perfis térmicos gerados mostram-se bastante similares aos obtidos por software comercial (ver Figura 1A). Observa-se que, na medida em que o tempo passa, os perfis são deslocados em relação ao perfil térmico da formação rochosa. O mesmo ocorre com o APB, que aumenta com o passar do tempo, porém em uma taxa muito maior, em tempos inferiores a 10 dias. A composição dos fluidos dos anulares desloca as curvas de APB simultaneamente, para valores maiores ou menores, a depender da composição (ver Figura 1B). Os simuladores mostram-se coerentes, e com os valores próximos aos de simuladores comerciais, e com valores de campo. Os estudos de caso mostram que os perfis térmicos e o APB associado são diretamente ligados ao tempo de operação do poço, e à composição dos fluidos.

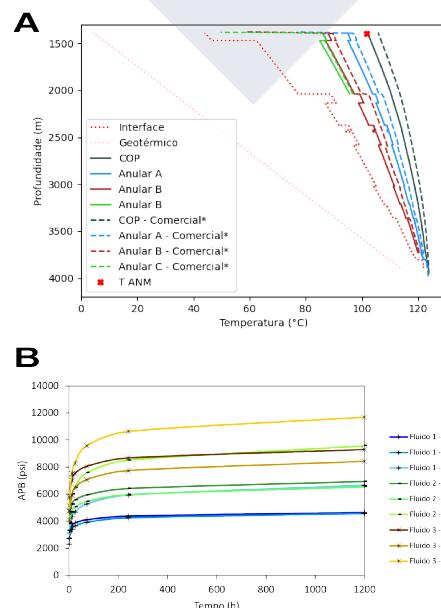


Figura 1: A) Perfis térmicos para 10 dias. B) APB em função de tempo e composição.

Contribuição no desenvolvimento de uma metodologia utilizada na modelagem computacional da elevação da pressão em anulares confinados de poços de petróleo

Gleide K. M. Lins (gleidekarolayne@lccv.ufal.br)

Catarina N. A. Fernandes, Thiago B. Silva, William Wagner M. Lira

Iniciação científica, Engenharia civil

Duração: 12 meses (Em andamento)

Parceiros: PIBIC/UFAL, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Crescimento de pressão no anular, Expansão térmica, Pré-sal

Introdução

O fluxo de óleo e/ou gás sob temperaturas elevadas na coluna de produção aumenta a temperatura dos revestimentos do poço e dos fluidos confinados nos anulares (Fig. 1), produzindo uma elevação de pressão. Para realizar uma previsão consistente dessas pressões, os cálculos dos esforços provocados pela elevação de pressão em anulares confinados (APB - *Annular Pressure Buildup*) devem ser incorporados ao sistema SCORE. Essa ferramenta é desenvolvida no LCCV, em parceria com a Petrobras, com o objetivo de apoiar o dimensionamento de revestimentos de poços. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é contribuir com o desenvolvimento de uma metodologia para modelagem do APB utilizando o software comercial Abaqus,

possibilitando a verificação dos resultados calculados no SCORE.

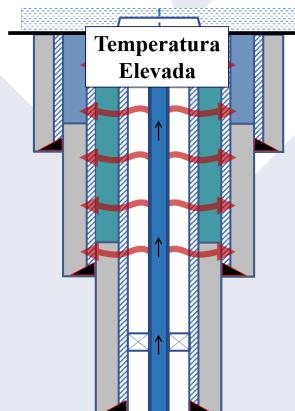


Figura 1: Condução de calor ao longo do poço.

Metodologia

A metodologia do trabalho é baseada nas seguintes etapas: a) estudo do APB e de estratégias para sua modelagem no software Abaqus; b) modelagem de um anular isolado com paredes rígidas sujeito à variação de temperatura, preenchido com gás ideal e, posteriormente, com fluido; c) automatização da modelagem do APB em um poço com vários revestimentos e anulares; e d) verificação das implementações, comparando com resultados disponíveis em literatura (Fig. 2).

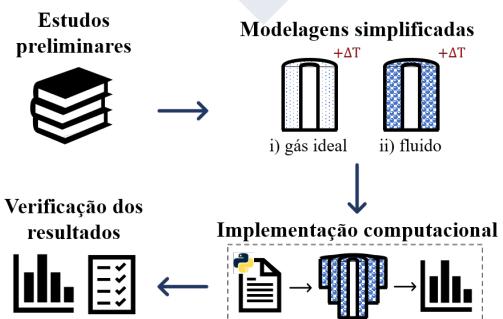


Figura 2: Etapas da metodologia proposta.

Resultados

Espera-se que este trabalho conduza a elaboração de um mecanismo que automatize a modelagem do problema de APB nos software ABAQUS, gerando e simulando o modelo numérico a partir de dados textuais. Esta proposta fornecerá uma estratégia robusta e automatizada para validação das implementações incorporadas à ferramenta SCORE, facilitando a verificação de novos desenvolvimentos e aumentando a confiança nos modelos já existentes.

Modelagem de poços verticais de petróleo perfurados no pré-sal usando subdomínios equivalentes

Gleide K. M. Lins (gleidekarolayne@lccv.ufal.br)

Ricardo A. Fernandes, Catarina N. A. Fernandes, Willian Wagner M. Lira

Iniciação científica, Engenharia civil

Duração: 12 meses (Finalizado)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Perfuração de Poços de Petróleo, Rochas Salinas, Subdivisão Espacial

Introdução

Para estimar o fechamento da parede de poços verticais de petróleo devido ao fenômeno de fluência salina, são realizadas simulações computacionais, geralmente baseadas no método dos elementos finitos. A abordagem convencional utiliza a formulação axissimétrica plana (2D), entretanto, esta metodologia demanda um alto custo computacional. Uma alternativa mais rápida é a modelagem axissimétrica unidimensional (1D), porém, em regiões próximas a interfaces entre litologias, a descontinuidade mecânica associada é devidamente gerenciada apenas pela modelagem 2D. Neste contexto, visando promover simulações computacionais mais rápidas, este trabalho se utiliza do acoplamento das duas formulações na modelagem dos cenários, identificando partições ótimas do domínio para cada tipo de formulação a partir de um erro admissível de interesse. Diferentes cenários de estudo são utilizados, avaliando os padrões de subdivisão e relacionando-os com suas características.

Metodologia

A estratégia adotada neste trabalho subdivide o domínio salino em faixas horizontais equivalentes e independentes (subdomínios) para suas modelagens simultâneas. Em cada subdomínio, utiliza-se uma análise 2D ou 1D. A metodologia abordada é baseada nas seguintes etapas, conforme ilustrado na Fig. 1: a) elaboração dos cenários de estudo; b) definição dos erros admissíveis; c) determinação das subdivisões ótimas para cada cenário; e d) investigação dos padrões de subdivisão de acordo

com as características do cenário. Nesta última etapa, define-se um parâmetro d , correspondente a espessura de halita ao redor da litologia intercalada (carnalita ou taquidrita) no subdomínio 2D.



Figura 1: Etapas da metodologia proposta.

Resultados

Para avaliar o ganho computacional utiliza-se o *speedup* (razão entre o custo computacional da metodologia convencional e o da estratégia de subdomínios). O *speedup* médio está entre 27x e 52x, evidenciando o ótimo ganho computacional. No comportamento das subdivisões, observa-se o aumento de d com a redução do erro admissível. Parâmetros como profundidade e tipo de litologia móvel apenas influenciam a partir do erro admissível de 0,1% (ver Figura 2). Esses resultados são passos iniciais para a determinação automática do particionamento ótimo a partir das características

do cenário e do erro máximo requerido.

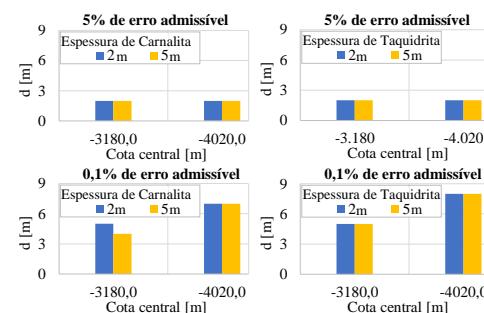


Figura 2: Comportamento do parâmetro d .

Estudo de um Modelo de Flambagem com Atrito para Colunas de Produção e Injeção

Otávio B. A. Rodrigues (otavio.rodrigues@lccv.ufal.br)

Catarina N. A. Fernandes, João Paulo N. Araújo, João Paulo L. Santos, Lucas P. Gouveia

Atividade de P&D

Duração: 12 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Colunas de produção e injeção, Flambagem, Atrito

Introdução

Em projetos de completação, a análise da flambagem de colunas de produção/injeção (COP/COI) é necessária, principalmente, devido à exploração de reservatórios cada vez mais profundos. A ocorrência desse fenômeno gera zonas de contato entre a coluna e o revestimento (ver Figura 1). Assim, surgem forças de atrito que, a depender da operação, podem reduzir o elongamento por flambagem na ordem de 50%, bem como o comprimento a ser dimensionado para os selos hidráulicos da COP. Além disso, ignorar o atrito pode não ser uma estratégia de projeto conservadora. Neste contexto, o objetivo do trabalho é a implementação de um modelo de flambagem com atrito para COP/COI a ser incorporado à ferramenta SCORE.

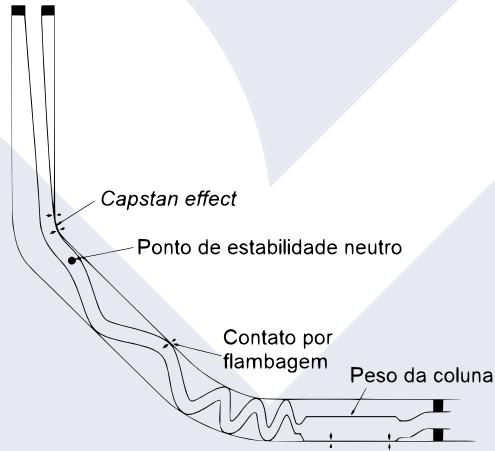


Figura 1: Contato coluna-revestimento, devido à flambagem.

Metodologia

Para atingir o objetivo proposto, a metodologia adota é baseada em quatro macroetapas: i) estudos de modelos flambagem com atrito para COP/COI; ii) definição e implementação de um modelo; iii) verificação da implementação a partir de resultados disponíveis na literatura; iv) incorporação do modelo em estudo ao SCORE.

Resultados

O modelo selecionado envolve uma solução numérica unidimensional por meio do método dos elementos finitos. Para verificar a implementação, utiliza-se um exemplo que se refere a uma operação de *squeeze* em poço vertical com a COP sob movimentação livre. Nota-se que a consideração do atrito implica em uma não linearidade na força axial (ver Figura 2). Além disso, há um crescimento significativo da força na proximidade do *packer*. Quanto à verificação da implementação na presença de atrito, estão em estudo algumas discordâncias com o artigo de referência.

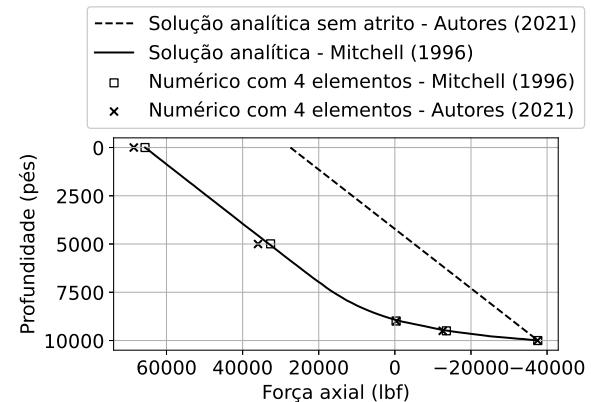


Figura 2: Verificação da implementação realizada.

Modelagem e Estratégias de Mitigação do Aumento de Pressão em Anulares Confinados de Poços

Pedro R. R. Magalhães (pedro.magalhaes@lccv.ufal.br)

Eduardo T. Lima Jr., Thiago B. Silva

Monografia de graduação, Engenharia de petróleo

Duração: 10 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Crescimento de pressão anular, Métodos de mitigação

Introdução

O crescimento da pressão na região anular de poços de petróleo (APB) é um fenômeno gerado pelo aumento da temperatura durante a fase de produção e que pode ocasionar graves danos à estrutura do poço, como o colapso das colunas de revestimento. Diversas técnicas que visam mitigar ou, até mesmo, eliminar por completo o APB são estudadas e aplicadas na indústria do petróleo. O presente trabalho propõe o estudo dos métodos de mitigação do APB e sua implementação com o intuito de avaliar a eficácia dessas tecnologias.

Metodologia

Os métodos de mitigação do APB são dispositivos ou processos que reduzem e mantêm a pressão no anular abaixo de um valor tolerável, definido pela resistência dos revestimentos. Essas técnicas podem ser classificadas em 5 categorias: aumento da resistência dos revestimentos, eliminar o volume confinado do anular, aliviar a pressão confinada, balancear o volume de fluido expandido e isolar os canais de transferência de calor. Uma das técnicas escolhidas que possui o melhor balanço entre custo, confiabilidade, operabilidade e aplicabilidade foi a utilização de espumas sintéticas preenchidas por esferas de vidro ocas na parede interna do anular (Figura 1). Essa solução mitiga o efeito do APB através do colapso das esferas de vidro à um certo

valor de pressão, diminuindo o volume ocupado pela espuma no anular e liberando espaço para que o fluido se expanda livremente.

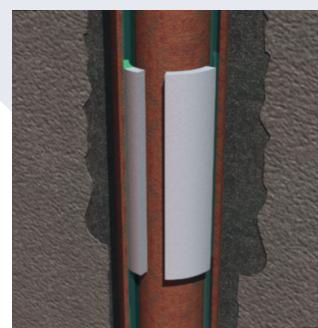


Figura 1: Espuma sintética instalada na parede interna.

Resultados

Um cenário hipotético foi simulado sem e com a presença de espuma sintética. Observa-se uma considerável diminuição do APB ao longo do tempo, cerca de 10% para o período analisado. Como o colapso da espuma e o APB são interdependentes, o equilíbrio entre a fração de espuma colapsada e a pressão no anular são atingidos a cada passo de tempo, representado pelo comportamento linear da curva. Já o leve declínio da curva é explicado pela diminuição da pressão de colapso da espuma, devido ao aumento da temperatura.

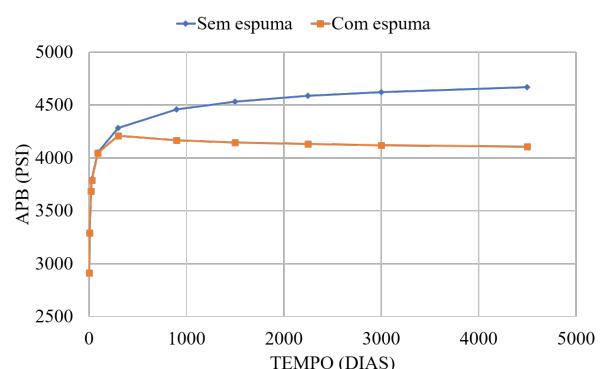


Figura 2: APB resultante da simulação sem e com espuma.

Incorporação do módulo de predição do APB ao sistema SCORE

Gilberto L. L. Santos (gilberto.santos@lccv.ufal.br)

Gleide K. M. Lins, Themisson S. Vasconcelos, Thiago B. Silva, Catarina N. A. Fernandes, João Paulo L. Santos, William Wagner M. Lira

Atividade de P&D, Engenharia civil

Duração: 12 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Aumento de Pressão em Anulares, Expansão Térmica, Simulação Computacional

Introdução

Esta etapa do projeto tem a finalidade de desenvolver rotinas computacionais que permitam a comunicação entre o SCORE e o simulador numérico do APB (aumento de pressão em anulares, do inglês, Annular Pressure Build-up). Durante a fase de produção do poço, fluidos escoam pela coluna de produção com temperaturas superiores àquelas inicialmente encontradas em seus anulares, acarretando no aquecimento do poço. Quando os fluidos trapeados nos anulares são aquecidos e se expandem em um sistema fechado, o aumento de volume provoca o crescimento da pressão. Nesse contexto, é desenvolvido um fluxograma de trabalho para estimar o APB (usando um simulador previamente elaborado) a partir de poços modelados no sistema SCORE.

Metodologia

A Figura 1 ilustra o fluxograma das simulações. A modelagem do poço é realizada no SCORE. Na própria interface do SCORE é possível exportar um arquivo JSON (JSON-SCORE), o qual detém um conjunto de dados ligados ao projeto de poço. No entanto, nem todos os dados são utilizados para o cálculo do APB, nesse sentido, é desenvolvida uma rotina em Python que seleciona e organiza os dados necessários para a modelagem do APB e elabora o JSON-APB. É desenvolvido um módulo em C++ que interpreta o JSON-APB e realiza a simulação do APB nos anulares do poço em questão. Na última etapa do fluxograma, está prevista

a construção de ferramentas gráficas para visualização de resultados na interface do SCORE.



Figura 1: Fluxograma de simulação.

Resultados

Para verificação das implementações, alguns cenários foram reproduzidos usando o fluxograma desenvolvido neste trabalho. A Figura 2 apresenta um exemplo, indicando o incremento de pressão devido ao APB em distintos anulares do poço (A e B). A próxima etapa consiste na incorporação de estratégias computacionais para viabilizar o funcionamento automático da metodologia a partir da interface SCORE.

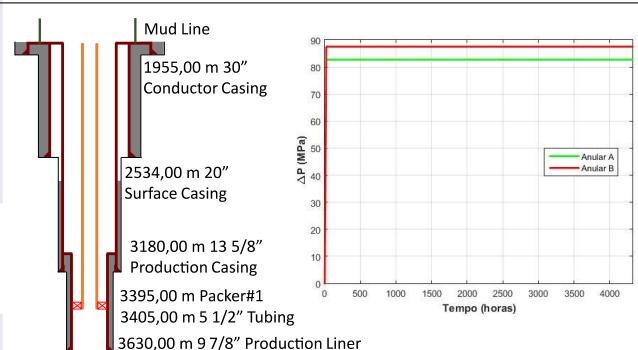


Figura 2: Modelo para verificação das implementações.

Estratégias de modelagem da formação geológica no cálculo do APB em poços de petróleo

Gilberto L. L. Santos (gilberto.santos@lccv.ufal.br)

Gleide K. M. Lins, Themisson S. Vasconcelos, Thiago B. Silva, Catarina N. A. Fernandes, João Paulo L. Santos, William Wagner M. Lira

Atividade de P&D, Engenharia civil

Duração: 12 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Aumento de Pressão em Anulares, Formação Geológica, Simulação Computacional

Introdução

O APB (aumento de pressão em anulares, do inglês, Annular Pressure Build-up) é a consequência da diferença entre a mudança de volume de um fluido e a mudança de volume permitida por seu recipiente. O acúmulo de pressão também pode ser provocado pela expansão térmica do fluido em anulares vedados de poços de alta pressão e alta temperatura. Diversos trabalhos na literatura discutem as diferenças causadas pela negligência da elasticidade da formação na previsão do APB. Nesse contexto, esta atividade tem a finalidade de avaliar o efeito da flexibilidade da formação geológica no cálculo do APB, modelando a formação em três situações: i) rígida; ii) elástica-linear e iii) com rigidez nula.

Metodologia

A metodologia inicia com a reprodução do estudo de um caso de referência, a fim de certificar o uso correto das ferramentas e dos parâmetros considerados no modelo. Em seguida, é determinado o valor para o diâmetro externo do revestimento de produção e suas variações para a espessura da parede (wt), de acordo com a ISO 10400:2007, induzindo a uma lista de variações de modelos para o estudo de caso. Esses modelos são simulados em cada uma das três situações propostas neste trabalho, totalizando trinta modelos, conforme mostrado na Figura 1. Com os resultados da simulação, são gerados gráficos comparativos para me-

lhior visualização e para realizar inferências.

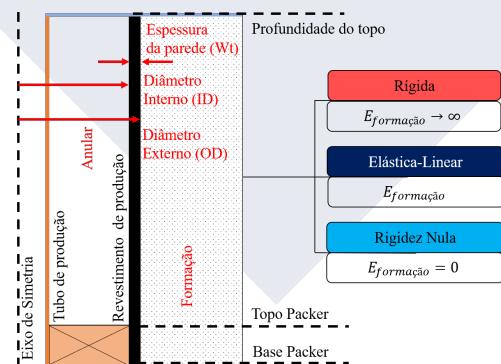


Figura 1: Esquema Modelo APB Axissimétrico.

Resultados

A Figura 2 apresenta os valores do APB nas três situações propostas para os diferentes valores de espessura de revestimento. Para o cenário de referência, é observado que o valor da elasticidade da formação modifica o nível do APB em até 35%. Diante disso, a precisão do comportamento mecânico da formação é importante para evitar problemas como o subdimensionamento de revestimentos, principalmente para tubos com paredes mais finas, onde as variações de APB são mais críticas.

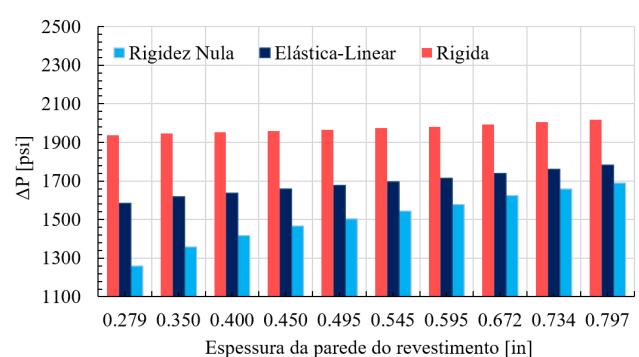


Figura 2: APB para cada tipo da formação geológica.

Uma ferramenta para detectar anomalias de produção utilizando aprendizagem profunda e árvore de decisão

Eduardo S. Paranhos Sobrinho (eduardo.paranhos@lccv.ufal.br)

Lucas G. O. Lopes, William Wagner M. Lira, João Paulo N. Araújo, Thiago B. Silva, Lucas P. Gouveia, Igor M. N. Oliveira

Atividade de P&D

Duração: 36 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Anomalias, Árvore de Decisão, Redes Neurais

Introdução

Durante a produção de óleo e gás, os poços estão sujeitos a diferentes condições de temperatura e pressão. Em muitos casos, a variação desses parâmetros é motivado pelas manobras de válvulas atuantes no poço programadas, porém existem casos em que o poço não apresenta o comportamento esperado devido a mal funcionamento de equipamentos. Portanto, o objetivo deste projeto consiste no desenvolvimento de uma ferramenta de detecção de anomalias capaz de identificar eventos que estejam em desacordo com os padrões normais estabelecidos pelas duas abordagens empregadas: aprendizagem profunda e conjuntos de regras analíticas. Atualmente, a ferramenta está integrada ao ambiente Petrobras em fase de testes e monitora mais de 100 poços. A interação com dados reais tem rendido aprimoramentos na ferramenta a fim de torná-la mais robusta e eficiente.

Metodologia

O ambiente de desenvolvimento da ferramenta de detecção de anomalias é o Node-RED (ver Figura 2), o qual se utiliza da programação em fluxo e é versátil o suficiente para se integrar a outros sistemas. Os dados de temperatura, pressão, conjunto de válvulas atuantes provenientes dos poços alimentam a ferramenta. A abordagem analítica possui diversas regras que classificam o poço em normal ou anômalo, com a capacidade de identificar algumas falhas em válvulas específicas, em função das tolerâncias e médias móveis calculadas automaticamente. Já a aprendizagem profunda utiliza uma arquitetura de rede LSTM (Long short-term memory), a qual aprende o comportamento do poço em seu estado normal, após o treinamento a rede se torna capaz de apontar os riscos de ocorrência de anomalias em baixo, médio e alto.

Além da busca por eventos anômalos, a ferramenta é capaz de identificar determinadas operações programadas, para evitar falsos positivos.

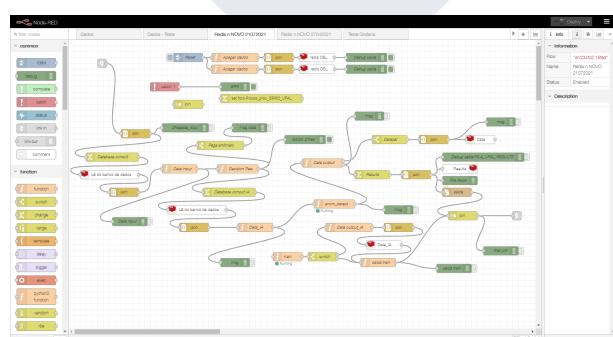


Figura 1: Ambiente de desenvolvimento do Node-RED.

Resultados

A validação da ferramenta de detecção de anomalias foi feita com o auxílio de dados reais fornecidos pela Petrobras e disponíveis na literatura. Além de identificar eventos anômalos, o monitoramento dos dados dos poços dentro do ambiente Petrobras tem proporcionado estudos sobre o comportamento dos poços e aprimoramentos na ferramenta, como a inclusão da válvula choke no conjunto de válvulas monitoradas, identificação de manobras de válvulas programadas e melhorias nos tratamentos de exceção para dados inválidos. A ferramenta de detecção de anomalias segue em fase de testes e em constante desenvolvimento para auxiliar a produção de poços de forma segura e eficiente.

Análise de Robustez e Experiência do Usuário em um Sistema de Detecção de Anomalias em Poços de Óleo e Gás

Bruno B. dos Santos (bruno.batista@ctec.ufal.br)

Lucas G. O. Lopes, William Wagner M. Lira, João Paulo N. Araújo, Thiago B. Silva, Lucas P. Gouveia, Igor M. N. Oliveira

Iniciação científica, Engenharia de petróleo

Duração: 12 meses (Em andamento)

Financiamento: PIBIC/CNPq

Palavras-chave: Monitoramento, Anomalias, Experiência do usuário

Introdução

O presente projeto tem como objetivo estudos e desenvolvimentos voltados à validação, testes de desempenho e usabilidade (UX) de um sistema inteligente de detecção de anomalias em poços de óleo e gás monitorados em tempo real. A metodologia proposta permite fazer um monitoramento dos poços de petróleo, podendo detectar problemas específicos como por exemplo: aberturas/fechamentos espúrios de válvulas e congelamento de sensores. Para isso, pretende-se utilizar uma ferramenta de desenvolvimento baseada em fluxo para programação visual (Node-RED) e outra para exibição dos resultados (Grafana).

Metodologia

O Node-RED possibilita o desenvolvimento de uma série de algoritmos que funcionam em fluxo. Com isso, os algoritmos recebem os dados de um determinado poço de petróleo em tempo real, manipula e analisa esses dados, a fim de determinar os estados dos componentes daquele poço, tais como o status de pressão e temperatura, para assim identificar possíveis anomalias que possam estar ocorrendo ou que possam vir a ocorrer. Já o Grafana, recebe os dados que a ferramenta anterior disponibiliza e expressa esses valores em um dashboard de uma maneira que todos os dados importantes fiquem bem visíveis e de maneira ordenada, para que, dessa forma, facilite a interação com o usuário e permita realizar um melhor monitoramento do poço. Além disso, são estudadas métricas de experiência do usuário, para que se possa anali-

sar formas de aperfeiçoar o sistema de detecção de acordo com as necessidades do usuário. Dessa forma, isso fará com que o sistema tenha uma interface amigável, que por fim irá facilitar o monitoramento do poço de petróleo.



Figura 1: Ferramentas utilizadas.

Resultados

Este projeto prevê a implementação da análise e tratamento de novos parâmetros de um poço de petróleo, como por exemplo: dados de vazão de fluidos injetados no poço e de fluidos produzidos por este. Dessa forma, será necessário desenvolver um melhor gerenciamento na disposição dessas informações. Além disso, a elaboração de métricas de experiência do usuário também será muito importante, pois isso irá corroborar com o aperfeiçoamento do sistema de detecção.

Implementação de módulo computacional para Avaliação da Probabilidade de Falha de Tubulares de Revestimento

Luiz C. L. Véras (luiz.veras@lccv.ufal.br)

Eduardo T. Lima Jr., Lucas P. Gouveia, Gustavo T. Silva

Atividade de P&D

Duração: 38 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Métodos de Confiabilidade Estrutural, Tubulares de Revestimento, Python

Introdução

O presente projeto tem por objetivo implementar os métodos de confiabilidade de primeira e segunda ordem. Esses métodos serão acoplados ao modelo numérico de elementos finitos do software *Abaqus* via *scripts* em Python, para a análise de tubulares de revestimento. Contudo, essa metodologia limita o uso de bibliotecas de terceiros com exceção do Numpy. Com este módulo, foi possível a implementação das rotinas de estatística, com a elaboração de scripts que não necessitasse de funções específicas do Scipy. A Figura 1 apresenta as ferramentas computacionais usadas.



Figura 1: Ferramentas computacionais utilizadas: Python, Numpy e Abaqus.

Metodologia

Os métodos confiabilísticos implementados, FORM e SORM, são métodos analíticos de confiabilidade baseado na transformação das variáveis aleatórias originais em variáveis aleatórias normais equivalentes. A principal vantagem desses métodos consiste em sua capacidade de utilizar toda a informação estatística das variáveis aleatórias do problema, podendo-se lidar com distribuições estatísticas quaisquer, inclusive considerando correlação entre variáveis. As análises confiabilísticas de tubulares de revestimentos de poços são feitas a partir das funções de estado limite dos modelos determinísticos de resistência das conexões API e numérico via método de elementos finitos. O esquema do acoplamento é apresentado na Figura 2.

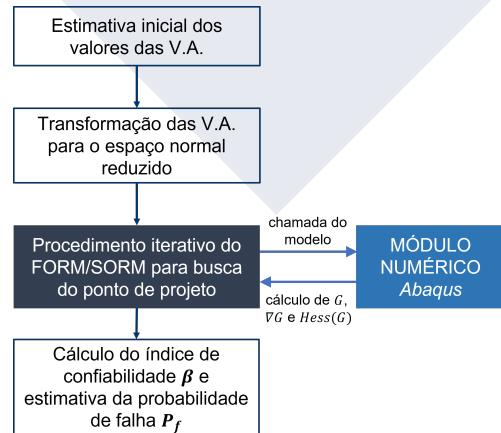


Figura 2: Fluxograma do acoplamento do módulo implementado e o Abaqus.

Resultados

Este projeto prevê o desenvolvimento do acoplamento entre as rotinas de confiabilidade estrutural implementadas e o modelo numérico, para automatização de análises em elementos finitos de tubos e conexões API, parametrizados via interface de script do Abaqus. As implementações e formulações desenvolvidas serão verificadas e validadas com base em resultados da literatura.

Influência da vazão e rotação numa modelagem fluidodinâmica de jateamento em solo coesivo

Anderson Fernando C. Gomes (andersonfgomes@lccv.ufal.br)

Eduardo Matheus A. Pacheco, Joyce K. F. Tenório, Beatriz R. Barboza, João Paulo L. Santos

Atividade de P&D

Duração: 36 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Jateamento, Método de Lattice Boltzmann, Início de Poço

Introdução

O solo marinho ultraprofundo tem o comportamento de uma fina lama de baixa resistência e alta umidade, isso possibilita modelar o jateamento para instalação do revestimento condutor como um fenômeno fluidodinâmico bifásico tratando o solo coesivo não drenado como um material viscoplástico, um fluido de potência com limite de escoamento. Essa tratativa contorna as dificuldade das grandes deformações e da complexa modelagem de partículas de solo em contato com o fluido.

Metodologia

O modelo foi construído com um *software* sob o método de Lattice Boltzmann e a interface entre os fluidos se dá na abordagem de Volume de Fluido, que calcula e preenche os nós da geometria conforme a concentração relativa entre os dois materiais. O modelo matemático é construído num domínio composto por solo e água com todas as dimensões dispostas na Figura 1 que também exibe o condutor de 36" com uma coluna de 5,5" associada a uma broca de 17,5". O sistema de jateamento desce continuamente a 25 cm/s enquanto a broca rotaciona e jateia água por três *nozzles* inclinados para romper o solo e permitir o avanço do sistema. Os lados e a base do domínio são fechados enquanto o topo permite fluxo. As paredes dos sólidos permitem livre deslizamento de fluido.

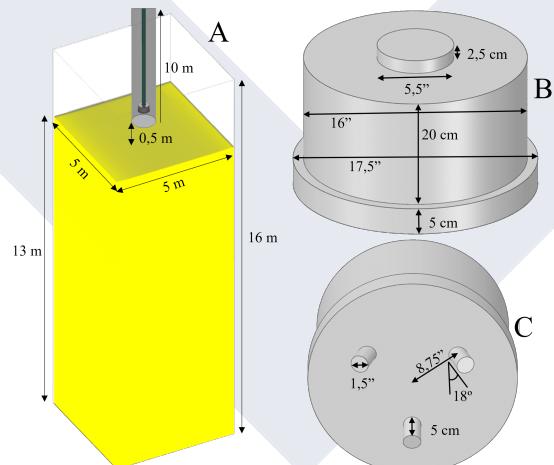


Figura 1: Dimensões do domínio (a) e da broca desenvolvida com vista frontal (b) e inferior (c).

Resultados

Para este estudo foram avaliadas duas rotações e duas vazões. A Figura 2 exibe a distância vertical entre a broca e o solo com o avançar do jateamento para os quatro casos estudados. O rompimento do solo ocorre quando a energia cinética excede o limite de escoamento, mas há uma perda energética a partir do momento que o fluido sai dos *nozzles* e interage com água e solo. Essa perda se intensifica com a profundidade devido à pressão da coluna do fluido que representa o solo.

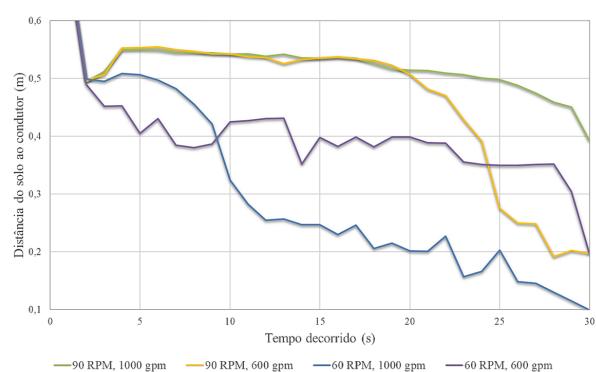


Figura 2: Gap de solo para diferentes vazões e rotações.

Modelagem Numérica do Jateamento de um Revestimento Condutor num Solo Argiloso

Anderson Fernando C. Gomes (andersonfgomes@lccv.ufal.br)

Joyce K. F. Tenório, Eduardo Matheus A. Pacheco, Beatriz R. Barboza, João Paulo L. Santos

Atividade de P&D

Duração: 36 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Jateamento, Método de Lattice Boltzmann, Revestimento Condutor

Introdução

Uma nova abordagem para tratar o frágil solo argiloso não drenado encontrado em ambientes marinhos é considerá-lo como um fluido viscoso não-newtoniano supondo uma perfeita mistura da argila com a água de seus poros. É fundamental validar essa tratativa com resultados empíricos e, para isso, é necessário um modelo com duração equivalente para verificar a movimentação do solo conforme o jateamento para instalação do revestimento condutor. Com isso em mente, este trabalho foi elaborado com um *software* baseado no método de Lattice Boltzmann tratando o jateamento como um modelo fluidodinâmico bifásico com água e um solo representado como fluido de potência com limite de escoamento.

Metodologia

O modelo fluidodinâmico foi desenvolvido com domínio de 4 metros de comprimento e largura e 12 metros de altura com a *mudline* um metro abaixo do topo e deve avaliar a descida do sistema de jateamento (composto por broca de 17,5", coluna e revestimento condutor de 30") enquanto a broca rotaciona a 90 RPM e jateia água a 100 gpm por seus *nozzles* equidistantes com ângulos de 18° com o eixo vertical. É considerado como ponto inicial o instante em que o sistema atingiu 4 metros de profundidade com peso próprio e começou a jatear para romper o solo. A descida do sistema desacelera de 1 m/min nos primeiros metros para 0,5 m/min e 0,33 m/min nas profundidades mais avançadas. As paredes dos sólidos envolvidos permitem livre deslizamento dos fluidos. Já o domínio é fechado nas extremidades laterais e na base e aberto apenas no topo para permitir saída de fluxo.

Resultados

Nos primeiros instantes há intensa movimentação do jato e abertura do solo mais larga que o condutor devido à menor resistência do solo na região, com o passar do jateamento o solo adjacente vai se aderindo à superfície do condutor beneficiando a resistência lateral, condição fundamental para a boa instalação deste revestimento. Devido à condição de não deslizamento das paredes, essa adesão é prejudicada no modelo, entretanto. A Figura 2 exibe vistas frontais do modelo tridimensional para diferentes instantes do jateamento com a água na cor azul e o solo na cor amarela. A profundidade atingida condiz com os resultados experimentais apesar de a vazão nos primeiros metros ter sido excessiva. Os próximos desenvolvimentos consistem em ajustar dimensões e condições ope-

racionais para permitir ampliação da profundidade atingida, bem como um ajuste das características do solo para melhor representar o aumento da resistência do solo com a profundidade.

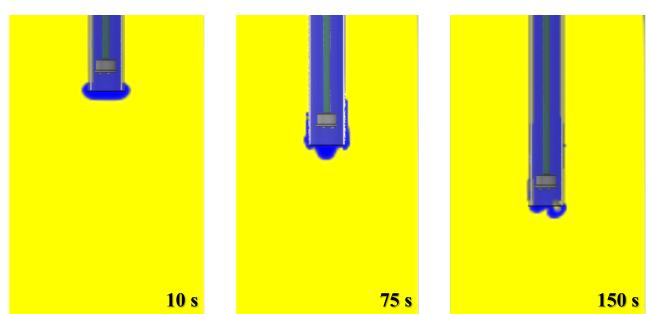


Figura 1: Vista frontal em diferentes instantes para o modelo estudado.

Modelagem Computacional de Jateamento com Deleção de Elementos

Joyce K. F. Tenório (joyce.tenorio@lccv.ufal.br)

Anderson Fernando C. Gomes, Beatriz R. Barboza, Eduardo Matheus A. Pacheco, João Paulo L. Santos, Eduardo T. Lima Jr.

Atividade de P&D

Duração: 36 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Elementos Finitos, Jateamento, Deleção de elementos

Introdução

Na etapa de perfuração de poços de petróleo a fase de instalação do condutor é considerada de grande importância, uma vez que possui relevante influência na integridade estrutural e segurança nas operações seguintes, como instalação dos revestimentos subsequentes. Dentre as abordagens disponíveis para representação do solo, tem-se a tratativa a partir do modelo constitutivo de Mohr-Coulomb, o qual apresenta diversas vantagens em relação a tratativa fluidodinâmica. O presente estudo possui como principal objetivo a modelagem de um solo com características argilosas quando submetido a uma carga mecânica com intensidade similar ao jateamento, a fim de analisar como se dá a escavação do solo e tornar possível a comparação com resultados obtidos a partir de outras técnicas utilizadas para representar o processo de jateamento do solo.

Metodologia

Foi desenvolvido um modelo no modo *Abaqus/Explicit*, o qual permite a inclusão de uma subrotina responsável pela deleção dos elementos na região de ataque do jato. A subrotina utilizada foi do tipo VUSDFLD e a deleção do elemento ocorre quando sua deformação atinge um critério estabelecido na subrotina, definido pelo usuário. O carregamento utilizado para representar a carga proveniente do jato e que mais se adequou foi do tipo *Body Force*, que permite que apenas alguns elementos da malha sejam selecionados para receber a carga inicial (Figura 1).

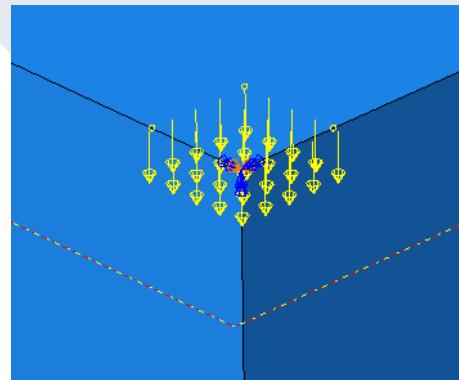


Figura 1: Carregamento imposto sobre o solo.

Resultados

Este estudo apresentou resultados satisfatórios quanto ao desenvolvimento do modelo e deleção de elementos. Com a carga aplicada nessa análise, equivalente a 20 m/s, a profundidade de perfuração atingida no solo considerado foi de aproximadamente 0.25 metros em um tempo de simulação de 3 segundos (Figura 2). Para melhorar os resultados obtidos é necessária uma adequação da carga utilizada. O uso de modelo de partícula, como o SPH (*Smoothed Particle Hydrodynamics*), é uma

alternativa para melhor representação do jato.

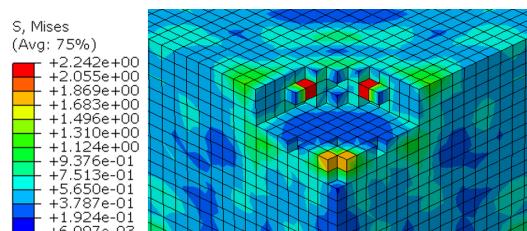


Figura 2: Resultados da aplicação do carregamento em 3 segundos de simulação.

Modelagem Computacional da Instalação do Revestimento Condutor por Cravação

Raniel Deivisson A. Albuquerque (raniel@lccv.ufal.br)

Jennifer Mikaela F. Melo, Aline V. Esteves, Beatriz R. Barboza, João Paulo L. Santos, Eduardo T. Lima Jr.

Atividade de P&D

Duração: 38 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Cravação, Condutor, Solo Argiloso

Introdução

O revestimento condutor é o primeiro revestimento assentado e, dentre suas diversas funções, é responsável por sustentar os equipamentos que estão acima (BOP, *risers*) e abaixo (demais revestimentos) dele. A garantia da estabilidade estrutural do condutor é de extrema importância para a exploração, uma vez que falhas no projeto podem ocasionar perda do poço. Dessa forma, esse trabalho visa estudar o assentamento do revestimento condutor pela técnica de cravação, que abrange três etapas: cravação por peso próprio, sucção e martelamento.

Metodologia

Foram realizadas revisões bibliográficas de modelos constitutivos de solo, das etapas da cravação e das abordagens numéricas a serem utilizadas na elaboração da simulação no Abaqus. Buscando um baixo custo computacional, o método *Arbitrary Lagrangian-Eulerian* (ALE) foi utilizado para construção de um modelo axissimétrico do sistema solo-condutor. Em paralelo, um modelo utilizando o método *Coupled Eulerian-Lagrangian* (CEL) foi desenvolvido para superar problemas numéricos advindos da simulação que é complexa por apresentar grandes deformações em curtos períodos. Inicialmente, as propriedades do solo foram modeladas tomando as médias das propriedades de todas as camadas do solo, com o modelo

de Mohr-Coulomb. Entretanto, buscando melhor descrever as propriedades do solo, uma subrotina foi utilizada para descrever a variação das propriedades com a profundidade. A Figura 1 representa a geometria do modelo utilizado na simulação.

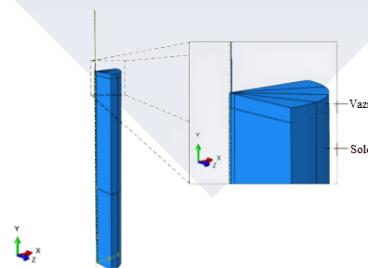


Figura 1: Geometria do modelo desenvolvido.

Resultados

Embora o modelo axissimétrico apresente um menor custo computacional, ele não foi capaz de simular as grandes deformações do modelo, sendo adotado o método CEL. Com esta abordagem, simulou-se a cravação por peso próprio e sucção. A Figura 2 apresenta um comparativo do deslocamento do condutor nos casos com propriedades médias e com variação com a profundidade. Neste, há um maior deslocamento do condutor, uma vez que a resistência do solo é baixa próximo ao leito do mar e cresce com a profundidade. Destaca-se

que a profundidade final foi condizente com os relatórios de cravação fornecidos pela empresa.

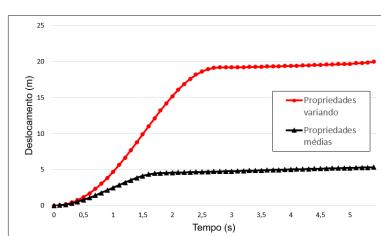


Figura 2: Comparação do deslocamento do condutor com a variação e média das propriedades.

Estudo numérico do tamponamento na cravação do revestimento condutor em solos argilosos

Sayonara C. Bulandeira (sayonara@lccv.ufal.br)

Beatriz R. Barboza, João Paulo L. Santos, Aline V. Esteves, Raniel Deivisson A. Albuquerque,
Jennifer Mikaela F. Melo

Atividade de P&D

Duração: 12 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Tamponamento, Cravação, Argila

Introdução

Considerando o revestimento uma peça tubular de ponta aberta, durante as fases da cravação pode ocorrer a obstrução do seu interior pelo solo ao longo da descida. O solo que penetra o condutor causa atrito na parede interna, aumentando a resistência à penetração ao ponto de impedir a entrada adicional de solo. Esse fenômeno é chamado de efeito tampão ou *soil plug*. O efeito tampão dificulta a instalação do condutor devido ao aumento da resistência à penetração, exigindo maior energia do sistema para prosseguir com a cravação. A presente atividade visa simular computacionalmente o processo de cravação do revestimento condutor em um solo argiloso e analisar a formação do tampão e como essa formação é influenciada pela variação do diâmetro do condutor.

Metodologia

O trabalho consiste na modelagem tridimensional do revestimento condutor sendo cravado por peso próprio no domínio de solo. Modelou-se um solo argiloso com variação das propriedades em função da profundidade, considerando um solo elasto-plástico perfeito com o modelo constitutivo de Mohr-Coulomb. Por ser um problema com grandes deformações e grandes deslocamentos, utilizou-se a abordagem Euleriana-Lagrangiana Acoplada (*Coupled Eulerian Lagrangian - CEL*). Os diâmetros avaliados do condutor foram de 20", 26" e 30". Para a quantificação do tampão utilizou-se a Razão de Comprimento do Tampão (*Plug Length Ratio - PLR*), a Razão de Incremento de Preenchimento (*Incremental Filling Ratio - IFR*) e a análise da tensão horizontal no interior do condutor. O PLR e o IFR variam entre 0 e 1, sendo 0 quando

o condutor e está completamente tamponado e 1 quando está desobstruído. Para a análise da tensão horizontal, observa-se se há picos de tensão horizontal no interior do condutor.

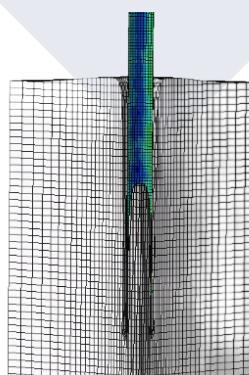


Figura 1: Interior do condutor durante a cravação.

Resultados

Os condutores de 20", 26" e 30" de diâmetro cravaram 3,77 m, 4,97 m e 5,15 m por peso próprio, respectivamente. Com isso, notou-se que a cravabilidade do revestimento é proporcional ao seu peso. Com a quantificação do tamponamento por meio da tensão horizontal, PLR e IFR, concluiu-se que não houve tamponamento nas profundidades analisadas para o solo argiloso em estudo, tendo ocorrido apenas uma obstrução parcial. Notou-se, ainda, que em condutores de menores diâmetros há maior tendência à formação do tampão, uma vez que os valores de PLR e IFR foram mais próximos de 0.

Ferramenta de Interface Gráfica para a Utilização em Programa de Caracterização Geotécnica Aplicada à Fase Inicial de Projeto de Poço

Christian Augusto F. Várady Filho (christiano_varady@lccv.ufal.br)

Everton B. Silva, Beatriz R. Barboza, João Paulo L. Santos

Atividade de P&D

Duração: 36 meses (Finalizado)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Krigagem, Geoestatística, Geomecânica

Introdução

O presente trabalho objetivou o desenvolvimento de uma interface gráfica para o sistema SEST-Solos, que gerencia dados de ensaios de piezocone em uma estrutura de dados que permite avaliação, caracterização e estimativa dos dados visando auxiliar o projetista estrutural de revestimento condutor. Uma interface gráfica tem como objetivo tornar a utilização de um programa mais amigável ao usuário implementando botões, imagens, caixas de textos e outros elementos que facilitem a navegação de quem faz uso do programa. A utilização de bibliotecas Python possibilitou o desenvolvimento de um código e de uma interface que atendeu às necessidades do projeto, dando ao usuário agilidade e desempenho na obtenção de resultados.

Metodologia

A aplicação do módulo PySide2 para Python permitiu a utilização da biblioteca Qt no desenvolvimento da interface gráfica. Esse módulo possui as seguintes vantagens: variedade de elementos interativos para manipulação do usuário; robustez para implementação de vários eventos de interação (por exemplo, clique, arraste, copiar e colar); e velocidade de desenvolvimento com ferramentas gráficas. O projeto teve ganhos como rapidez nas modificações do layout, uma excelente documentação para consulta e novas funcionalidades.

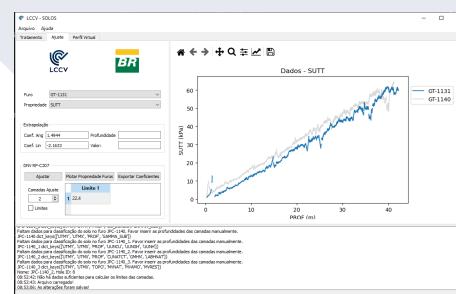


Figura 1: Aba de Ajustes da Interface.

Resultados

A versão final do código, em conjunto com a interface, foi enviada para uso pelo cliente do projeto SEST-Solos. Esta possui três seções: Tratamento de Dados; Classificação e Ajuste; e Perfil Virtual. Na seção de Tratamento, é possível fazer o pré-processamento dos dados provenientes de arquivos JSON ou XLSX que são carregados no programa. Na seção de Classificação e Ajuste, é possível executar funções de extração, classificação estratigráfica do e ajuste de parâmetros seguindo a metodologia da DNV-RP-C207. Na seção de Perfil Virtual, é possível estimar compor-

tamento paramétrico de solo utilizando técnicas geoestatísticas.

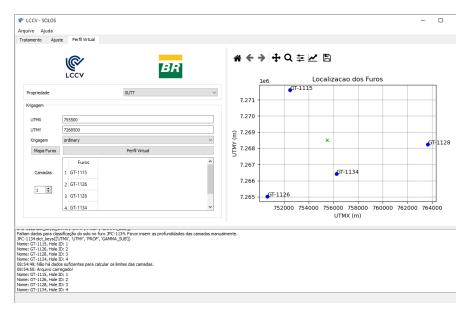


Figura 2: Mapa com localização de furos.

Ferramenta de Interface Gráfica para a Utilização em Programa de Apoio à Simulação Mecanofiabilística para Dimensionamento de Revestimento Condutor

Christiano Augusto F. Várady Filho (christiano_varady@lccv.ufal.br)
 Everton B. Silva, Beatriz R. Barboza, Eduardo T. Lima Jr., João Paulo L. Santos

Atividade de P&D
 Duração: 36 meses (Finalizado)
 Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Caracterização Estatística, Confiabilidade Estrutural, Geomecânica

Introdução

Uma interface gráfica de utilizador (*Graphical User Interface - GUI*) sempre tem como objetivo facilitar a utilização de um código computacional. No presente trabalho, foi desenvolvido um código Python para avaliação mecanofiabilística baseada em dados de ensaios de piezocene. O SIMCON consiste em um ambiente computacional de auxílio ao projeto de revestimentos condutor e de superfície com modelagem numérica do problema. Buscando melhorar a experiência do usuário ao utilizar o código, implementou-se uma interface gráfica dentro das necessidades do projeto.

Metodologia

A interface gráfica do SIMCON foi desenvolvida para reunir todas as funcionalidades implementadas no código fonte, propiciando ao usuário agilidade e desempenho na obtenção de resultados. O módulo PySide2 permitiu a utilização da biblioteca Qt no desenvolvimento da interface gráfica. A escolha da biblioteca foi baseada na rapidez em criar e modificar o *layout*, uma excelente documentação para consulta e ampla gama de funcionalidades. A biblioteca possui as seguintes características: variedade de elementos interativos para manipulação do usuário; robustez para implementação de vários eventos de interação (por exemplo, clique e arraste); e velocidade de desenvolvimento com ferramentas gráficas de projeto de interface.



Figura 1: Interface inicial.

Resultados

Todo o ambiente computacional (código e GUI) já foi enviado para o cliente. As principais funcionalidades do código-fonte consistem na avaliação mecanofiabilística usando o Método de Confiabilidade de Primeira Ordem para caracterização de parâmetros geomecânicos em profundidades onde ocorrem as cargas críticas de revestimento condutor. O uso do Método permite a avaliação da probabilidade de falha em determinado cenário para um conjunto de carregamentos. Além disso, dependendo do tipo de instalação (perfurado/cimentado, jateado ou cravado), o aumento de resistência causado pelo adensamento do solo é levado em consideração.

Avaliação da Estacionariedade de Dados de Ensaio CPTu no Solo Marinho Brasileiro

Adlehr Gabriele C. Oliveira (adlehr@lccv.ufal.br)
 Christiano Augusto F. Várady Filho, João Paulo L. Santos

Atividade de P&D, Engenharia de petróleo

Duração: 36 meses (Finalizado)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Estacionariedade, CPTu, Geomecânica

Introdução

A análise do acoplamento solo-revestimento é importante para os revestimentos condutor e de superfície, uma vez que servem como elementos de fundação, suportando cargas da construção do poço e em todo seu ciclo de vida. Dessa forma, a caracterização do solo tem grande importância e a condição de estacionariedade de parâmetros geomecânicos é um pré-requisito para uma análise estatística visando caracterização paramétrica do solo. O presente trabalho mensura amostras de parâmetros geotécnicos encontrados nos dados do CPTu para avaliação da estacionariedade. O teste aplicado é o de Bartlett modificado, conforme descrito em Phoon (2004), e empregado para rejeitar a hipótese nula de estacionariedade.

Metodologia

Decompõe-se o valor real de uma propriedade geotécnica $\xi(z)$ em uma função de tendência $t(z)$ e uma componente de flutuação $w(z)$ que representa a variabilidade inerente do solo para uma profundidade z . Nesse contexto, deve-se remover a parte referente à tendência do parâmetro antes de quaisquer avaliações. Para realizar o teste de Bartlett modificado, a função de autocorrelação (ACF) e a escala de flutuação do solo devem ser estimadas. A ACF é uma abordagem simples, mas robusta para estimar a escala de flutuação (δ) usando o método

dos momentos e ajustando um modelo de autocorrelação plausível para avaliar a escala. A seguir, comparam-se o pico do perfil de Bartlett com um critério definido em Phoon (2004).

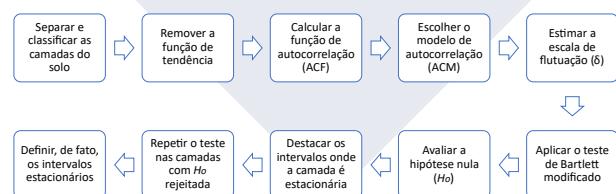


Figura 1: Metodologia utilizada no estudo de caso.

Resultados

Para o estudo de caso realizado, o teste de Bartlett modificado se mostrou muito eficaz e preciso na identificação da estacionariedade. Um dos motivos que facilitaram sua aplicação foi a homogeneidade dos parâmetros utilizados. Uma limitação do teste é a aplicação do próprio critério, cujos indicadores foram desenvolvidos para argila marinha de outra região. Apesar de ser uma abordagem estatística, a adequação do critério para solo brasileiro está aberta à discussão. No geral, o teste de Bartlett modificado oferece algumas vantagens como uma medida consistente que não é afetada pelas incertezas da interpretação subjetiva e é suficientemente

discriminativo para decidir se uma camada é estacionária, especialmente quando os dados visuais são ambíguos. Com isso, os tamanhos de amostra estacionários podem ser usados na caracterização paramétrica, garantindo a qualidade da caracterização em projetos de início de poço.

Euro geotécnico						
Camada	Prof. (m)	ACM (δ)	R ²	B _{max}	B _{crit}	H ₀
I	0.3- 5.8	Single exponential	0.951	22.62	37.00	Aceita
II	5.8- 41.57	Cosine exponential	0.989	119.63	93.11	Recusada
II (A)	5.8- 22.96	Second-order Markov	0.999	33.59	59.02	Aceita
II (B)	22.96- 41.57	Single exponential	0.974	52.33	81.02	Aceita

Figura 2: Tabela contendo resultados do estudo de caso.

Avaliação da Capacidade de Carga de Solo Marinho para Dimensionamento Mecanofiabilístico de Revestimento Condutor

Christiano Augusto F. Várady Filho (christiano_varady@lccv.ufal.br)
 Pedro Henrique Matias Silva, Lucas P. Gouveia, Eduardo T. Lima Jr., João Paulo L. Santos

Atividade de P&D
 Duração: 36 meses (Finalizado)
 Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Caracterização Estatística, Confiabilidade Estrutural, Geomecânica

Introdução

O revestimento condutor, sendo o primeiro revestimento de um poço de petróleo, tem como principal função garantir a integridade estrutural durante todas as fases de construção, produção e fechamento. Nesse sentido, enquanto fundação do poço, sua capacidade de carga está diretamente associado ao solo no qual ele está inserido. Para avaliação da capacidade do solo, são realizados diversos tipos de ensaios, dentre eles o de piezocone (CPTu). Os dados gerados são utilizados como indicativos de alguns parâmetros importantes de projeto, dentre eles a resistência ao cisalhamento não drenado. Dessa forma, o presente trabalho desenvolveu estratégias para avaliação da capacidade de carga de solo marinho empregando modelos numéricos e formulações mecanofiabilísticas.

Metodologia

Os modelos numéricos implementados são dependentes do tipo de instalação do revestimento: para poços perfurados com cimentação, utilizou-se o modelo da API-RP-2GEO; para poços jateados, o modelo de Jeanjean (2002); e para poços cravados, o modelo numérico apresentado em Bogard (2000). Os dois últimos modelos usam o tempo como variável independente, sendo necessário inserir o tempo em dias para avaliar a capacidade de carga. No caso do modelo numérico de Jeanjean (2002), há uma limitação máxima de 10 dias, inexistente em no método de Bogard. Esses modelos serão incorporados à plataforma Poço Web.

Resultados

O presente trabalho foi finalizado, com disponibilização das três formas de avaliação da capacidade de carga. O ambiente disponibilizado permite a escolha do tipo de perfuração adotada, bem como inserir o tempo no qual pretende-se avaliar o parâmetro geotécnico. A figura mostra o comportamento da capacidade dos modelos (para os casos de condutor jateado e cravado, adotou-se o tempo de 10 dias) em contraste com a capacidade calculada pelo SIMCON. Observa-se a probabilidade de falha para um instante temporal, servindo como um indicativo do momento propício para execução de uma determinada fase.

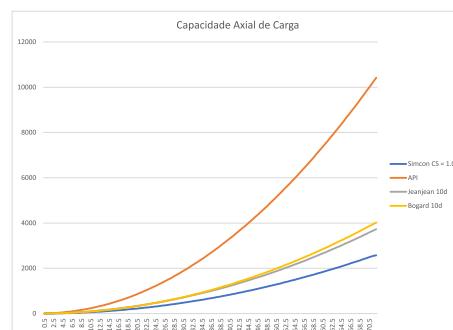


Figura 1: Modelos de capacidade de carga implementados no ambiente.

Análise Estatística em Dados de Perfilagem como Suporte à Avaliação da Integridade do Revestimento de Poços

Antonio Paulo A. Ferro (antonio.ferro@lccv.ufal.br)

Lucas P. Gouveia, Diego V. G. Ferreira, Felipe P. Lima, Aline S. R. Barboza

Monografia de graduação, Engenharia civil

Duração: 6 meses (Finalizado)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Análise Estatística, Perfilagem Ultrassônica, Desgaste em revestimento

Introdução

A perfilagem ultrassônica possibilita a aquisição de dados de espessura e raio interno em tubulares ao longo da coluna de revestimento, fornecendo os meios para quantificar danos estruturais por desgaste em poços. O método utilizado para a quantificação do desgaste com dados da perfilagem consiste em ajustar, através da técnica de mínimos quadrados, uma geometria elíptica aos dados brutos da perfilagem. Para isso, é necessário a remoção dos pontos de desgaste em um processo de ajuste iterativo, resultando na seção transversal aproximada do tubular íntegro. O desgaste é calculado através da diferença entre dados da perfilagem e da geometria íntegra. O objetivo do trabalho é aplicar uma análise estatística aos dados de resíduos do ajuste, e com isso, caracterizar a distribuição estatística do ruído do equipamento ultrassônico.

Metodologia

A metodologia consistiu inicialmente na geração de seções virtuais para benchmark, semelhantes aos dados da perfilagem, mas com desgaste, imperfeições geométricas e ruído conhecido. Com esses dados aplica-se o método de ajuste da geometria elíptica em cada seção, e obtem-se os dados de resíduo. Em seguida aplica-se filtro com teste estatístico a fim de obter amostras representativas do resíduo (sem influência do desgaste), e estimar os parâmetros estatísticos (ver Figura 1). Os resultados são comparados com o ruído imposto nas seções virtuais e o erro foi avaliado. A metodologia é aplicada em seguida para dados de perfilagem reais de raio interno e espessura para todo o con-

junto de dados do poço e também em intervalos ao longo da profundidade.

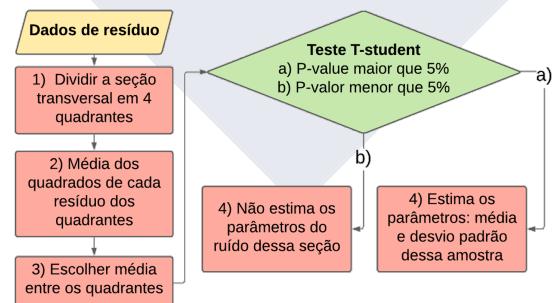


Figura 1: Seleção de amostras de resíduo representativas.

Resultados

Os erros do benchmark foram pequenos, e através da aplicação do teste de aderência de Anderson-Darling, percebe-se que as amostras de resíduos para dados reais são coerentes com distribuição normal e com parâmetros determinados com a metodologia descrita. A Figura 2 apresenta a taxa de aprovação do teste de aderência com os dados reais (em 42 intervalos). Os parâmetros para todos os dados também são apresentados.

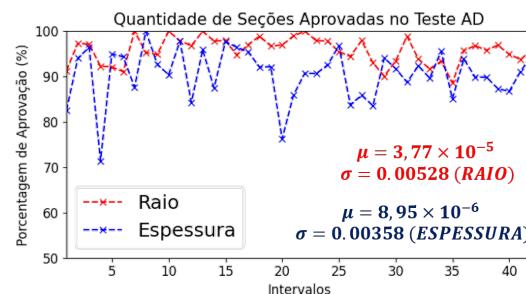


Figura 2: Análise de aderência com amostras resíduo.

Utilização de Programação Reativa no CAESAR e SIMWEAR para melhora no desempenho da aplicação e experiência do usuário

Arthur Sávio Bernardo Melo (asbm@lccv.ufal.br)

Marcos A. B. Lima, Ilivanilton R. Barros, Lucas S. Sales, Carlos W. L. Barbosa Neto, Kevin Washington S. Lira, Leandro M. Sales

Atividade de P&D, Ciência da computação

Duração: 38 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: RxJs, Programação Reativa, Observables

Introdução

O presente projeto tem por objetivo demonstrar a importância da implementação do paradigma de programação reativa dentro dos projetos SIMWEAR e CAESAR. O problema é que a forma atual de comunicação na Web (síncrona e com regras pré-definidas) não é suficiente para lidar com informações que precisam ser atualizadas constantemente a fim de atender uma demanda crescente de usuários de forma escalável. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é proporcionar agilidade na execução das aplicações, eliminar as dificuldades ao aplicar requisições assíncronas e melhorar a experiência dos usuários dos sistemas.

Metodologia

A programação reativa possui alguns pilares:

- Resilient: aplicações reagem e se recuperam de falhas de software, hardware e de conectividade;
- Message Driven: reage a eventos em vez de precisar seguir ordens síncronas;
- Responsive: reage aos usuários, oferecendo aplicações que proporcionam experiências enriquecedoras e em tempo real;
- Elastic: reagir à carga ou demanda por meio do uso de variados núcleos e servidores.

A aplicabilidade da programação reativa permite chegar ao final de uma operação sem precisar seguir necessariamente as tarefas em ordem, o que possibilita o funcionamento da aplicação mesmo enquanto outras atividades são feitas em paralelo.

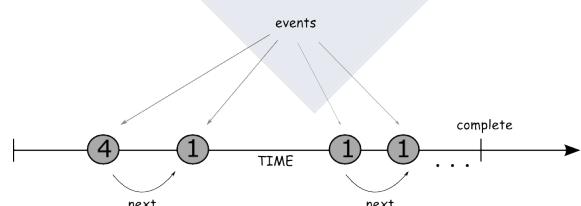


Figura 1: Fluxo de programação reativa.

Resultados

As implementações e formulações de trechos de código utilizando a programação reativa melhoraram a usabilidade e o desempenho dos sistemas desenvolvidos neste projeto. Operações como cálculos, pesquisas e eventos dentro do sistema podem ser feitas de maneira muito mais rápidas e de modo que não atrapalhe a execução de outras tarefas. Para fins de comparação, pode-se utilizar a função de pesquisas, como exemplo. Antes da utilização da programação reativa quando se precisava pesquisar por algum critério, como campos ou projetos, devia-se informar os caracteres para realizar a pesquisa e esperar o sistema retornar com a resposta. Com as mudanças no paradigma a busca começa a ser feita à medida em que o usuário digita ao passo que os retornos correspondentes ao que foi digitado já começam a ser recebido pela aplicação. Isto ocorre porque o sistema executa a pesquisa em segundo plano ao mesmo tempo que mais caracteres são digitados pelo usuário no campo de pesquisa.

Método para identificação de pontos de contato entre coluna de perfuração e revestimento em poços de petróleo

Clerisvaldo H. Santos Jr. (clerisvaldo.junior@lccv.ufal.br)

Francisco A. V. Binas Jr., Diego V. G. Ferreira, Eduardo T. Lima Jr., Aline S. R. Barboza

Iniciação científica: Engenharia civil

Duração: 36 meses (Finalizado)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Desgaste de revestimentos, Integridade de poço, Torque e arraste

Introdução

Atualmente, diversas jazidas de hidrocarbonetos são descobertas em ambientes cada vez mais desafiadores, demandando o uso de técnicas que permitem uma melhor análise da condição do poço durante o processo de perfuração, onde a coluna de perfuração pode entrar em contato com a parede interna de tubulares de revestimento já assentados, podendo provocar desgaste no revestimento. Dentre as alternativas para avaliação do torque e arraste, destacam-se o modelo *soft-string* e o mo-

delo *stiff-string*, além do emprego de modelos numéricos, usualmente em elementos finitos.



Figura 1: Exemplo de perfuração direcional.

Metodologia

Cria-se uma metodologia para geração do modelo de perfuração a ser avaliado pelo software Abaqus, por meio da utilização de dados operacionais da perfuração de um poço de petróleo, em conjunto com os dados geométricos associados à trajetória do poço, além de dados das colunas de revestimento. Inicialmente assume-se que a trajetória da coluna de perfuração é igual a trajetória do poço e que o desvio máximo é igual ao espaço entre ambas. Enquanto os deslocamentos excederem o desvio máximo, identifica-se o ponto de maior deslocamento e impõem-se restrições de movimento radial, pois se trata de um ponto de contato entre a coluna e o revestimento do poço, após a adição de pontos de contato faz-se necessário requantificar as tensões e deformações da coluna de perfuração.

Resultados

Compara-se o modelo com processo iterativo desenvolvido e o modelo em que todas as *tool-joints* estão em contato com o revestimento do poço. Ao considerar o segundo modelo obtém-se um valor de desvio máximo, se para o processo iterativo adotar-se um desvio máximo menor que esse, a coluna de perfuração apresenta picos de tensões. Enquanto que, se for adotado um desvio máximo igual ou maior, obtém-se menos pontos de contato do que com o segundo modelo e um comportamento consistente de tensões na coluna. Tais análises permitem contribuir com a análise de integridade de revestimento ainda na fase de pré-projeto.

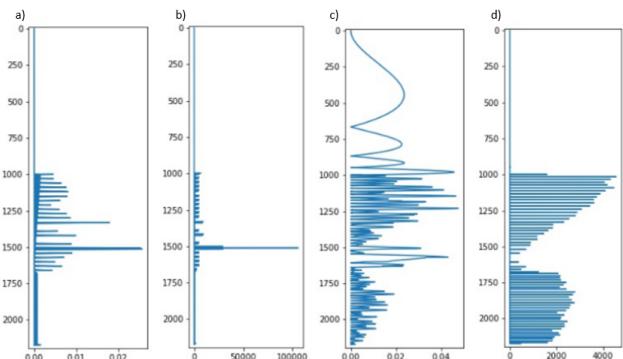


Figura 2: a) deslocamento do segundo modelo. b) reações do segundo modelo. c) deslocamento do modelo desenvolvido. d) reações do modelo desenvolvido.

Estimativa das zonas de conexões através de dados de perfilagem na quantificação de desgaste

Felipe P. Lima (felipe.pedrosa@lccv.ufal.br)

Antonio Paulo A. Ferro, Lucas P. Gouveia, Diego V. G. Ferreira, Aline S. R. Barboza

Atividade de P&D

Duração: 36 meses (Finalizado)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Perfilagem, Conexões de Revestimento, Desgaste de Revestimento

Introdução

A perfilagem consiste no processo de aquisição de dados através da decida de ferramentas no poço. Esses dados podem ser usados para avaliar as condições do revestimento. Este trabalho tem o objetivo de apresentar uma metodologia para estimar automaticamente as zonas de conexões a partir de dados ultrassônicos no lugar dos usuais dados de CCL. Esse tipo de informação é essencial para a quantificação de desgaste, sendo utilizado filtros de ruídos nas zonas de conexões precisam pois re-

presentam zonas de geometria complexa.

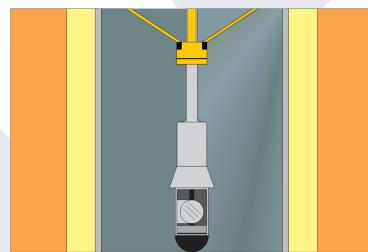


Figura 1: Representação de um equipamento de perfilagem.

Metodologia

Utilizado os dados de CCL e ultrassônicos, obtidos através da perfilagem, busca-se identificar conexões a partir de ruídos de maior amplitude ao longo dos perfis. O perfil CCL capta alterações no campo magnético sendo impactado pela presença de mais material, durante a perfilagem, caracterizando regiões de conexões ou outros equipamentos nas proximidades. O instrumento ultrassônico mede o tempo de trânsito que ondas sonoras demoram para serem refletidas, sendo capaz de correlacionar essa informação com o raio interno e a espessura do revestimento. Busca-se utilizar técnicas numéricas como filtragem por transformada de Fourier para identificar os ruídos de grande amplitude nos dois perfis, esses ruídos podem caracterizar uma zona de conexão quando verificadas de forma periódica.

Resultados

Observou-se uma boa correlação entre o perfil ultrassônico de dados de espessura e a identificação das conexões, possivelmente devido à captação da geometria distinta do tubular gerada pela ressonância do equipamento. O perfil ultrassônico de dados de raio apresenta grande dispersão. O perfil CCL é capaz de identificar zonas de conexões, porém também de captar ruídos devido a outros equipamentos no poço. Em estudos de caso, o filtro por FFT em dados de espessura apresentou os melhores resultados, sendo o mais eficiente pois demarcou com maior precisão as regiões de conexão.

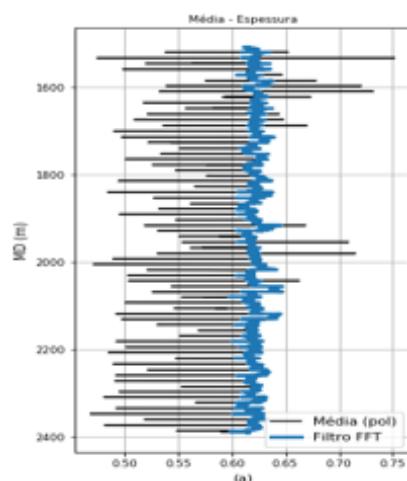


Figura 2: Filtro FFT aplicado a média das espessuras.

Utilização de Dados de Perfilagem Ultrassônica na Calibração do Fator de Desgaste do Revestimento

Francisco A. V. Binas Jr. (francisco.junior@lccv.ufal.br)

Antonio Paulo A. Ferro, Diego V. G. Ferreira, Lucas P. Gouveia, Aline S. R. Barboza

Atividade de P&D

Duração: 36 meses (Finalizado)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Volume de Aço Removido, Perfuração de Poços

Introdução

O sistema de revestimento do poço de petróleo é fundamental para a garantia da integridade estrutural do poço, mas com o decorrer da perfuração do poço este sistema pode ser degradado pelo contato que a coluna de perfuração exerce sobre o mesmo. É importante que a previsão do nível de material removido (desgaste) em fase de projeto seja próximo ao valor apresentado em campo, que por sua vez é obtido por meio da perfilagem ultrassônica. Entre os parâmetros que interferem na quantificação do desgaste destaca-se o fator de desgaste, sendo definido muitas vezes pela experiência do projetista, portanto, têm-se como objetivo a determinação do fator de desgaste que melhor aproxime os desgastes previsto e perfilado. Com isso torna-se possível utilizar o valor obtido em operações de perfuração futuras, ou em poços diferentes, mas que possuam características similares ao poço já analisado.

Metodologia

Para atender ao objetivo utiliza-se o método dos mínimos quadrados pra obter o valor do fator de desgaste que minimize o erro entre o desgaste previsto e o desgaste perfilado. O volume de desgaste previsto é o produto entre a força de contato, velocidade de rotação da coluna, diâmetro da *tool joint*, o tempo da operação e o fator de desgaste. Este volume deve ser acumulado para todas as operações realizadas no poço. Com a perfilagem ultrassônica obtém-se o desgaste percentual além do raio interno e espessura na posição de maior desgaste da seção. Com uso destes dados aplica-se relações geométricas para obtenção do volume de desgaste perfilado.

Resultados

Para exemplificar aplica-se a metodologia em um poço vertical cujo fator de desgaste previsto em projeto foi de $1,2 \text{ E-}10 \text{ psi}^{-1}$. Aplicando-se a metodologia para calibração obteve-se o fator de desgaste de $3,45 \text{ E-}10 \text{ psi}^{-1}$ para a região analisada, isto indica que para poços que apresentem similaridades relacionadas ao processo de perfuração do poço estudado, ou em reperfurações deste mesmo poço, deve-se considerar o fator de desgaste de 3,45 para as análises.

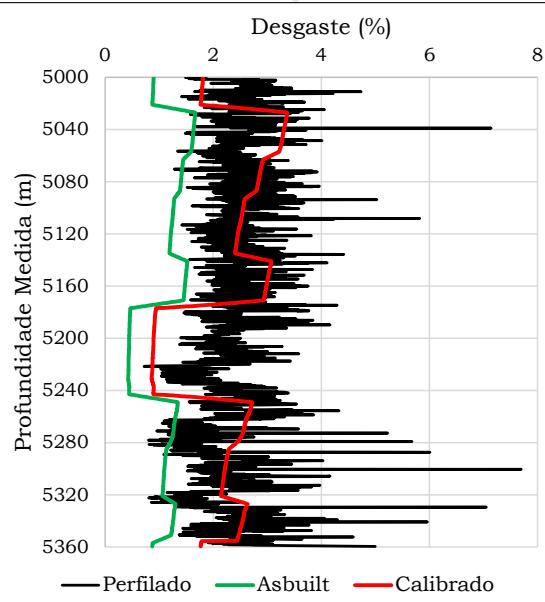


Figura 1: Resultados da análise.

Verificação da colisão entre poços de petróleo considerando incertezas no processo de perfuração

Jéssica P. V. Valença (jessica.vasconcelos@lccv.ufal.br)

Teófanes Vitor Silva, Francisco A. V. Binas Jr., Diego V. G. Ferreira, Eduardo T. Lima Jr., Aline S. R. Barboza

Atividade de P&D

Duração: 18 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Anticolisão, Elipses de incerteza, ISCWSA

Introdução

No desenvolvimento da perfuração direcional é comum a perfuração de diversos poços a partir de uma mesma plataforma, tendo em vista a proximidade de tais poços faz-se necessário uma análise de anticolisão. A análise de anticolisão visa determinar a posição da trajetória de um poço com relação ao seu planejamento ou com relação a trajetória de outros poços já realizados (*offsets*). Sendo assim, utiliza metodologias que calculam elipses de incerteza ao longo das trajetórias como mostrado na Figura 1.

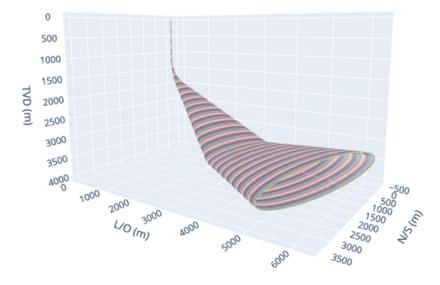


Figura 1: Elipses de incerteza.

Metodologia

O estudo de anticolisão tem início com o cálculo das posições dos poços envolvidos, utilizando métodos de cálculo de incertezas ou modelos de erro, métodos para a determinação das separações mínimas e métodos de rastreamentos. Existem alguns modelos de erros utilizados na indústria, um deles é o ISCWSA. A metodologia aplicada neste trabalho foi a de colher os dados de entrada para o desenvolvimento do modelo ISCWSA, como dados das trajetórias (MD's, inclinações e azimutes) e dados geomagnéticos, calcular as matrizes de covariância, calcular os autovalores e autovetores dessas matrizes para obter os eixos e direções dos elipsóides de incerteza, para por fim, calcular o fator de separação e gerar seu gráfico.

Resultados

Como resultado tem-se o gráfico de fator de separação (Figura 2) desenvolvido mediante as formulações do modelo ICSWSA, utilizando o método de rastreamento proximidade 3D *closest approach*. As implementações e formulações desenvolvidas foram verificadas e validadas com base em dados contidos na literatura e disponibilizados pelo parceiro, permitindo uma análise segura de anticolisão, tão necessária no cenário de perfurações cada vez mais complexas.

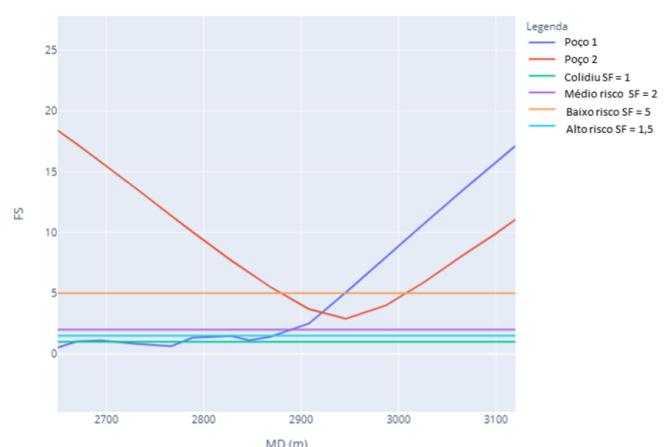


Figura 2: Fator de separação.

Aprimoramento e incorporação de novos ambientes de visualização no CAESAR e no SIMWEAR

Kevin Washington S. Lira (kevin@lccv.ufal.br)

Arthur Sávio Bernardo Melo, Carlos W. L. Barbosa Neto, Daniel M. Pimentel, Edson Rabelo Jr., Ilivanilton R. Barros, Leandro M. Sales, Lucas S. Sales, Marcos A. B. Lima

Atividade de P&D, Engenharia de computação

Duração: 36 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Análise visual, Interface gráfica do usuário, UI/UX Design

Introdução

A utilização de ferramentas gráficas de visualização tem como objetivo facilitar e otimizar o processo de análise e manipulação dos dados trabalhados, tornando o processo de interação e extração de conhecimento mais simples e intuitivo.

Este trabalho tem por objetivo apresentar o processo de desenvolvimento de novos ambientes interativos para a visualização de dados utilizando D3.js, a readequação da identidade visual dos módulos e o aprimoramento da interface gráfica nas aplicações SIMWEAR e CAESAR.

Metodologia

A fase de testes é parte crucial do processo de desenvolvimento evolutivo de um software, pois o usuário fornece ao time de desenvolvimento relatos dos problemas encontrados e sugestões de melhorias do sistema na perspectiva dos usuários.

Com base nesse feedback, buscou-se corrigir os problemas relatados e melhorar a usabilidade dos ambientes de visualização nas aplicações supracitadas. Para isto, foram aplicadas estratégias de otimização baseadas nas heurísticas de usabilidade para design de interfaces e nas oito regras de ouro do design de interfaces.

Dentro do processo de desenvolvimento surge ainda a necessidade de se incorporar novas funcionalidades nas aplicações. Para tal, novos ambientes interativos de visualização foram desenvolvidos empregando as estratégias e o conhecimento que fora obtido anteriormente no processo de otimização das ferramentas já existentes, possibilitando assim a entrega de ambientes ainda mais práticos.

Resultados

Conforme esperado, foi possível realizar com sucesso a inclusão de novas ferramentas gráficas de visualização nos módulos que foram incorporados às aplicações SIMWEAR e CAESAR. Conforme ilustrado na Figura 1, observa-se a reestruturação da identidade visual dos gráficos existentes e a atualização do layout de ambas as aplicações.

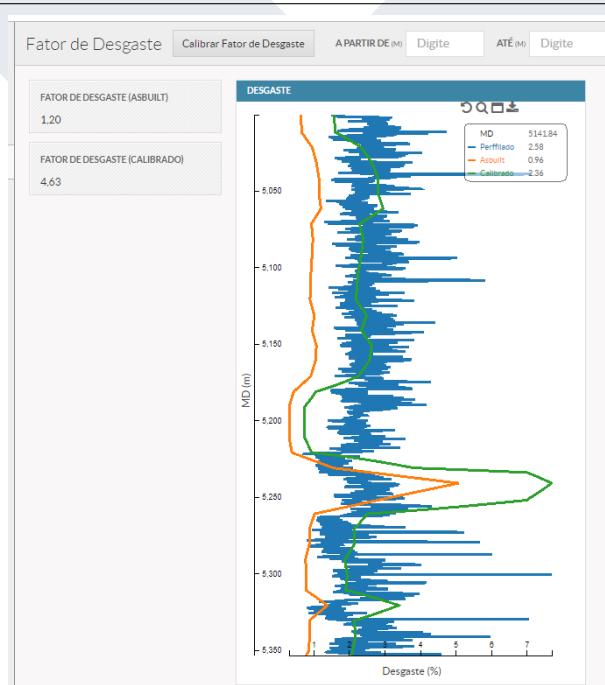


Figura 1: Novo módulo de calibração de fator de desgaste.

Exportação e Visualização de Dados de Projeto para Auxílio em Análises

Lucas S. Sales (ldss@lccv.ufal.br)

Arthur Sávio Bernardo Melo, Carlos W. L. Barbosa Neto, Daniel M. Pimentel, Edson Rabelo Jr., Ilivanilton R. Barros, Kevin Washington S. Lira, Leandro M. Sales, Marcos A. B. Lima

Atividade de P&D

Duração: 38 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Gráfico, Relatório, Análise de Dados

Introdução

A geração de relatórios é algo fundamental quando se deseja realizar uma análise dos dados obtidos de um experimento ou da realização de um projeto. Os dados são coletados de maneira dispersa e dispostos de modo organizado em páginas e seções que facilitam o entendimento sobre os resultados. Muitos dados, especialmente os numéricos, não são totalmente absorvidos apenas com a disposição dos valores. Assim, entende-se que a visualização de forma gráfica é a maneira mais precisa de se ter uma noção melhor do comportamento apresentado pelos números registrados, além de auxiliar em tomadas de decisões que sejam baseadas nos mesmos.

Metodologia

A geração de um relatório no SIMWEAR e no CAESAR se deve a utilização de uma biblioteca denominada *docxtemplater* que, com o uso de um template (Figura 2) pronto e uma linguagem embutida, renderiza-se relatórios a partir dos dados desejados, através de uma estrutura conhecida como JSON (JavaScript Object Notation). A renderização do gráfico conta com o auxílio da biblioteca D3.js. Quando um projeto qualquer tem seu relatório gerado existe um modulo auxiliar do *docxtemplater* que executa a inserção de imagens no documento, ao passo que os gráficos são gerados e embutidos no HTML quando o usuário escolhe a opção “Gerar relatório”. Em seguida, a função chamada *parentListener* captura os elementos gerados com a auxílio de *Observables* e os converte para o formato *Base64*. Por fim, os valores são

inclusos no JSON enviado ao template junto dos outros dados.

1. DADOS GERAIS									
DADOS GERAIS									
Poco:	{POCO}								
UO e Campo:	{UO} / {CAMPO}								
Caso:	{PROJECTNAME}								
LDA: {LDA} m	MR: {MR} m								
Sonda prevista:	{SONDA}								
{#DATA_PUBLICACAO=undefined}Publicação dos DABS importado:	{DATA_PUBLICACAO}/								
Coordenadas da cabega:	Meridiano Central: {CABECA_MERIDIANOC}								
UTM Norte: {CABECA_UTMN}	UTM Leste: {CABECA_UTML}								
Observações:	{PROJ_OBS}								
ASSENTAMENTO DE SAPATAS									
FASE	AVALAR	NOME	TIPO	BRIOCA ALARGADOR	MD SUSPENSOR	MD SAPATA (m)	MD FINAL (m)	TIPO DE FLUIDO (kg)	PESO FLUIDO (kg)
{#sapatas}	{avalar}	{sapatas}	{tipo}	{#}	{#}	{#}	{#}	{#}	{#}

Figura 1: Exemplo de Template de Relatório utilizado no SIMWEAR.

Resultados

Com base no que foi desenvolvido, o módulo de relatório no SIMWEAR/CAESAR é capaz de importar os valores registrados na aplicação online e convertê-los em uma representação gráfica dentro do documento, auxiliando assim nas análises dos dados obtidos pelo projeto.

Análise de dados de trajetória para quantificação da força de contato no modelo de torque & arraste

Teófanes Vitor Silva (teofanes.silva@lccv.ufal.br)

João Paulo L. Santos, Diego V. G. Ferreira, Aline S. R. Barboza, Joseir G. Percy

Atividade de P&D

Duração: 12 meses (Finalizado)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Torque e arraste, Força de contato, Coluna de perfuração

Introdução

A força de contato é um problema durante o projeto de poço, pois pode prejudicar os equipamentos utilizados no processo de perfuração (Figura 1). Desenvolveu-se neste trabalho módulos que possibilitam o acompanhamento direcional, metodologia para análise dos dados de trajetória, construção de trajetórias fictícias e, por fim, utilizar todas essas funcionalidades para quantificar as forças de contato atuantes no poço utilizando as equações de torque e arrasto aprimorando o projeto de perfuração.

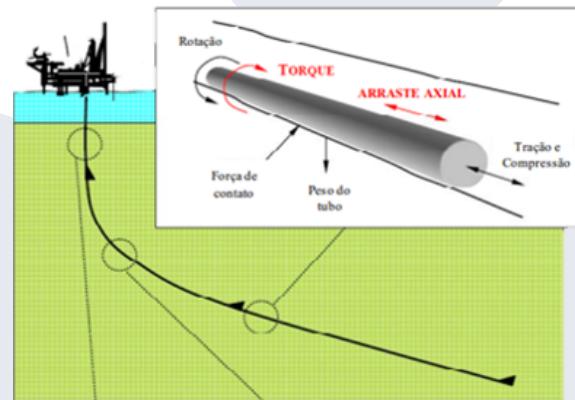


Figura 1: Esquematização força de contato.

Metodologia

A metodologia proposta se baseia na categorização dos poços e nas variações de inclinação e azimute dos poços executados em relação ao projetado, isso permite identificar o quanto os dados de campo divergiram dos projetados. Deseja-se assim, obter os valores do percentil da amostra para quantificar o seu comportamento. Vê-se na figura 2 o gráfico de distribuição dos dados de inclinação utilizadas para determinar os percentis deste parâmetro, observa-se que os percentis representados apresentam um valor, no qual 50, 90 ou 95% desses valores serão menores, ignorando os maiores.

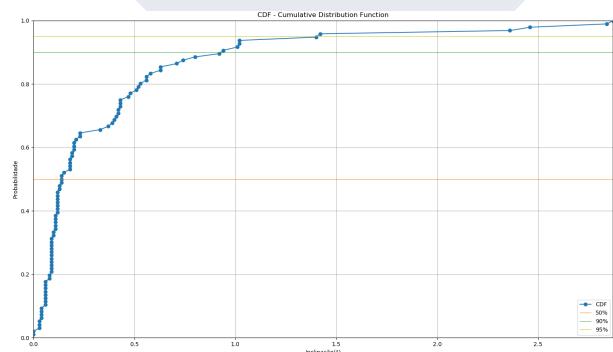


Figura 2: Função cumulativa de probabilidade.

Resultados

Desenvolveu-se uma metodologia para análise dos dados por trechos de trajetória, possibilitando apresentar uma avaliação dos poços de uma região, mostrando que os poços reais diferem do seu projeto. Fez-se um estudo das metodologias de tortuosidade, as quais visam induzir perturbações na trajetória de um poço. Outra metodologia desenvolvida neste trabalho busca unir a análise de dados apresentada com as metodologias de tortuosidade, produzindo assim, trajetórias fictícias, as quais tem como objetivo permitir a avaliação, mais realística, de um poço planejado antes de ser executado.

Análise do comportamento do conjunto broca-alargador durante a técnica *Reaming While Drilling*

Victor Matheus S. Siqueira (victor.siqueira@ctec.ufal.br)

Jéssica P. V. Valença, Diego V. G. Ferreira, Francisco A. V. Binas Jr., Aline S. R. Barboza

Iniciação científica, Engenharia de petróleo

Duração: 12 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Sistema broca-alargador, Perfuração, Reaming While Drilling

Introdução

O *Reaming While Drilling* (RWD) é uma técnica que consiste no alargamento e na perfuração de um poço realizados simultaneamente (Figura 1), esta técnica permite uma maior estabilidade no poço e reduz significativamente o tempo de execução da perfuração. Durante o RWD alguns cuidados devem ser tomados. A projeção do alargador e da broca como ferramentas independentes podem ocasionar problemas na perfuração como a baixa taxa de penetração (ROP), vibrações severas e desgaste prematuro das ferramentas de fundo de poço. Estes problemas podem ser mitigados através do controle da distribuição de peso e torque no BHA.



Figura 1: Esquema de BHA.

Metodologia

Foi elaborado um modelo matemático, implementado em MATLAB, com o objetivo de retornar os valores de carregamentos e torques na broca e no alargador, ROP e duração necessária para o processo de perfuração de uma camada rochosa por meio da técnica RWD. A ferramenta é capaz de definir as etapas a serem perfuradas por meio dos dados de entrada das profundidades de cada camada e consequentemente realizar os cálculos inerentes às diferentes etapas de perfuração.

Resultados

Os dados de saída são obtidos por meio de gráficos que expressam as distribuições dos carregamentos e torques na broca e no alargador, como exemplo temos a Figura 2 que nos mostra o comportamento da distribuição de peso nas duas estruturas cortantes. Além disso, também é possível a obtenção dos resultados numéricos de cada variável em cada etapa da perfuração. No estudo foi possível identificar a influência gerada pela variação da resistência da rocha a qual está a ser perfurada pelos equipamentos de corte.

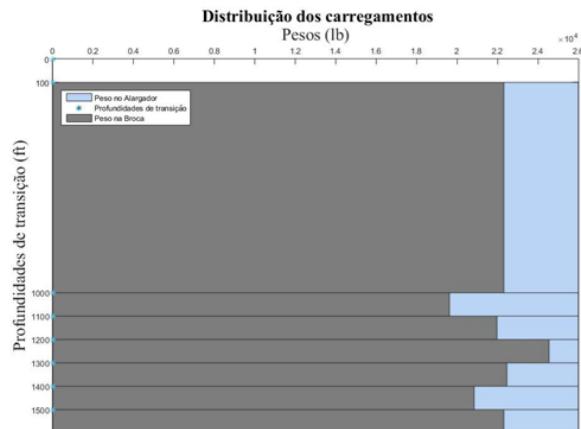


Figura 2: Carregamentos na broca e no alargador.

Engenharia Oceânica

Modelo de Diagnóstico para Entendimento de Aplicações, Serviços e Bancos de Dados da PETROBRAS

Márcio M. Ribeiro (marcio@lccv.ufal.br)

Kim R. Gama, Fábio M. G. Ferreira, Eduardo S. S. Silveira

Atividade de P&D

Duração: 48 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Dados meteoceanográficos, Especificação Técnica

Introdução

Um dos principais produtos do projeto NavalSubWeb é a plataforma SQUID, que fornece serviços para integração de aplicações e dados. No entanto, antes de realizar uma integração de um sistema existente na PETROBRAS com a SQUID, é necessário entender o referido sistema, como ele funciona, quais as entradas e saídas, com quais aplicações que ele se integra e como essas integrações são feitas (arquivos, serviços, bancos de dados etc), quais dados ele requer/fornece e quais serviços ele utiliza/disponibiliza. Todavia, não há nenhum modelo a ser seguido para tentar compreender as características do sistema a ser integrado. Sem um modelo, as informações podem ser imprecisas e incompletas, levando a retrabalho e a aumento de custos. Neste projeto, criou-se um modelo de diagnóstico computacional para minimizar os problemas supracitados.

Metodologia

Para a realização do diagnóstico, a metodologia utilizada consistiu no uso da notação *Business Process Model Notation (BPMN)* para detalhar e agrupar o máximo de informações possíveis sobre o sistema a ser integrado com a SQUID para que a integração seja feita de forma rápida e segura.

Resultados

Como resultados, criou-se três modelos de diagnóstico computacional: aplicações, serviços e dados. Os três modelos se baseiam em três estados: estado atual do sistema; consequências da mudança (para a plataforma SQUID); e estado futuro. No modelo de aplicações, busca-se entender com quais aplicações o sistema se integra. Por exemplo, é importante entender se a integração se dá por meio de arquivos (e.g., leitura direta no disco), serviços, bancos de dados etc. Um outro estado atual importante é saber se o sistema é executado em nuvem, na Web, de forma standalone (i.e., Desktop) ou mesmo em um Cluster. No modelo de serviços, pode-se checar se a integração dos serviços é feita via, por exemplo, uma API REST bem como quais são os serviços (e.g., autenticação de usuários, cálculos de engenharia etc). Um ponto extremamente importante e interessante nesse sentido é que o sistema em questão pode fornecer um serviço genérico o suficiente para que outras aplicações possam consumir tal serviço. Nesse sentido,

uma questão interessante a ser estudada (a viabilidade, por exemplo) é de realocar esse serviço genérico para a plataforma SQUID, de forma que todas as aplicações que executam na SQUID possam se beneficiar do referido serviço (ver Figura 1). Já no modelo de dados, é importante entender como a aplicação consome e requer dados. Por exemplo, se essas execuções são feitas por meio de uma API ou através de conexão direta a um banco de dados. Adicionalmente, é importante entender a política de segurança dos dados.

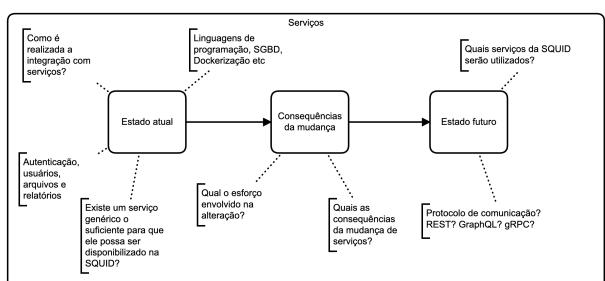


Figura 1: Modelo de diagnóstico para serviços.

Diagnóstico do Gerenciamento de Dados Meteoceanográficos da PETROBRAS

Fábio M. G. Ferreira (fabio.ferreira@lccv.ufal.br)

Márcio M. Ribeiro, Tiago P. S. Lôbo, Fabrício J. F. Farias, Eduardo S. S. Silveira

Atividade de P&D

Duração: 48 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Dados meteoceanográficos, Especificação Técnica

Introdução

O presente projeto tem por objetivo realizar um diagnóstico de como a PETROBRAS armazena e gerencia dados meteoceanográficos. A realização deste diagnóstico é de suma importância para o entendimento dos problemas enfrentados acerca do gerenciamento de dados para posterior criação de uma aplicação a ser incorporada aos portais NavalWeb e SubWeb. Para a realização do diagnóstico, estudos sobre as Especificações Técnicas (ETs) que possuem os dados meteoceanográficos devem ser feitos. Além disso, entender a infraestrutura computacional que gerencia tais dados é um outro objetivo importante a ser alcançado por este projeto de diagnóstico.

Metodologia

Para a realização do diagnóstico, a metodologia utilizada consiste em entrevistas e reuniões com os colaboradores da PETROBRAS envolvidos com dados meteoceanográficos. Além disso, utilizou-se a notação *Business Process Model Notation* (*BPMN*) para detalhar todo o processo bem como as etapas envolvidas no gerenciamento dos dados. Por fim, o *BPMN* também foi utilizado para detalhamento de fluxo de dados e informações entre sistemas de software, APIs e Bancos de Dados (ver Figura 2).

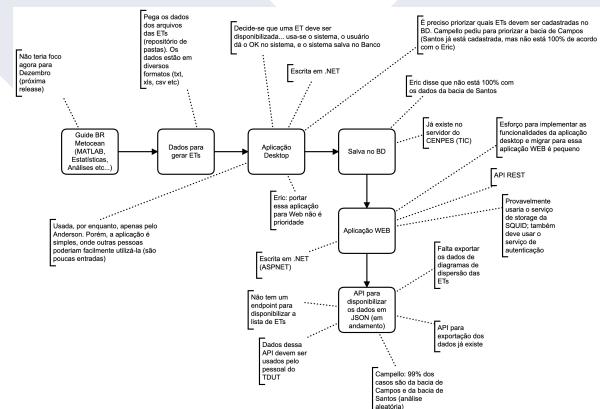


Figura 1: Fluxo BPMN para documentação do diagnóstico.

Resultados

Como resultados, identificou-se um sistema onde o usuário pode importar dados das ETs para que esses possam ser salvos no Banco de Dados do sistema. O sistema é escrito em .NET e o banco de dados está armazenado em um servidor do CENPES/PETROBRAS. Além do sistema desktop supracitado, foi diagnosticado que a PETROBRAS também possui um sistema Web para disponibilizar os dados das ETs. Nesse contexto, há uma API REST para consulta de dados meteoceanográficos. Os dados são retornados no formato JSON. Essa API é de fundamental importância para a integração com os Portais NavalWeb e SubWeb. Em outras palavras, com o uso da API, pode-se, por exemplo, construir uma aplicação dentro dos portais para disponibilizar os dados meteoceanográficos, transformar os dados em determinado formato para facilitar tarefas de determinados engenheiros do TEO ou TDUT e exportar esses dados em diversos formatos (e.g., XLS, CSV, PDF etc).

Diagnóstico de Análise de Vibrações Induzidas por Vórtices no Contexto da Engenharia Submarina

Márcio M. Ribeiro (marcio@lccv.ufal.br)

Fábio M. G. Ferreira, Fabrício J. F. Farias, Eduardo S. S. Silveira

Atividade de P&D

Duração: 48 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Dados meteoceanográficos, Especificação Técnica

Introdução

O presente projeto tem por objetivo realizar um diagnóstico de como a PETROBRAS realiza análises de Vibrações Induzidas por Vórtices (VIV) no contexto da Engenharia Submarina. Os resultados deste diagnóstico são importantes para a criação de uma aplicação a ser incorporada ao portal SubWeb. Em particular, além de entender os fluxos da análise, pretende-se também entender os dados e sistemas de software envolvidos na análise de VIV.

Metodologia

Para a realização do diagnóstico, a metodologia utilizada consiste em entrevistas e reuniões com os colaboradores da PETROBRAS envolvidos com análises de VIV. Além disso, utilizou-se a notação *Business Process Model Notation (BPMN)* para detalhar todo o processo das análises bem como os sistemas de software envolvidos.

Resultados

Como resultados, identificou-se que uma ferramenta chamada modeFRONTIER é utilizada para a automatização da análise de VIV em risers. Essa ferramenta minimiza possíveis erros do engenheiro ao longo do processo, pois a análise envolve o estudo de centenas de cenários distintos para definir vida à fadiga. O modeFRONTIER possui alguns módulos que permitem a sua execução. Em particular, o módulo “DANO TOTAL” representa operações feitas de forma automática. Nos módulos “FATORES DE SEGURANÇA” e “DADOS DE ENTRADA” são fornecidos os dados de entrada da análise, tais como fatores de segurança da face interna e externa do riser; comprimento do riser; tempo total do projeto em anos; e duração dos perfis extremos em horas. Adicionalmente, o diagnóstico identificou que é necessária a utilização de uma aplicação chamada Shear7. Essa aplicação complementa as análises de VIV e está instalada em um cluster. Para a sua execução, pode-se uti-

lizar uma API REST, que também foi estudada e documentada neste projeto de diagnóstico (ver Figura 1).

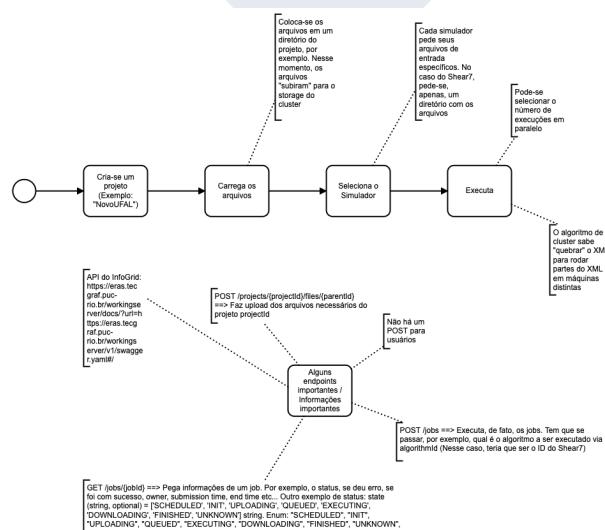


Figura 1: Fluxo de análise de VIV com o Shear7.

Portal NavalWeb: Aplicação Projetos

Tiago P. S. Lôbo (tiago@lccv.ufal.br)

Bruno R. P. Melo, Daniel B. F. Silva, Diogo T. Cintra, Lucas Diego F. Lino, Fábio M. G. Ferreira,
Eduardo S. S. Silveira

Atividade de P&D

Duração: 48 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Cadastro de projeto, Engenharia naval

Introdução

De uma forma geral o processo de desenvolvimento de projetos de engenharia frequentemente é dividido em fases (conceitual, básico e detalhado). Em cada uma dessas fases, normalmente o projeto é dividido por competência (disciplinas), por exemplo, na engenharia naval da Petrobras pode-se citar: dimensionamento de casco, análise de movimento, controle de peso, sistemas navais, entre outras. Contudo, todas elas necessitam de alguns dados-chave, nas ferramentas de análise, que são comuns em todas elas. Nesse sentido, buscou-se desenvolver uma aplicação que permitisse cadastrar projetos com esses dados, de modo que uma nova aplicação, dentro do Portal NavalWeb, pudesse consumir esses dados sem ter que replicar na sua estrutura de dados, evitando possível inconsistências de dados entre aplicações.

Metodologia

Para o desenvolvimento desta aplicação foram realizadas diversas reuniões para entendimento do problema e levantar requisitos iniciais. De posse dessas informações, construí-se protótipos de telas após algumas iterações com o *product owner* até convergir numa versão que atendesse aos requisitos levantados. Uma vez que os protótipos foram finalizados, cadastrou-se *features* e *stories* no Jira para iniciarmos o desenvolvimento de código da aplicação. Para o *back-end*, utilizou-se a linguagem Java e o *front-end* foi construído com React. Em relação ao banco de dados, criou-se um esquema próprio para a aplicação no banco de dados do NavalWeb.

Resultados

Como resultado principal dessa aplicação, tem-se a disponibilização dela em ambiente de desenvolvimento do LCCV (ver figura ao lado). Encontra-se num estágio em que é possível o *product owner* utilizar de fato a aplicação para verificar se os requisitos estão de acordo com o combinado. Estamos tudo implemento como esperado, a aplicação poderá seguir para implantação no ambiente de teste na Petrobras e, posteriormente, passar para o ambiente de homologação e produção. As próximas etapas ocorrerão no primeiro semestre de 2022.

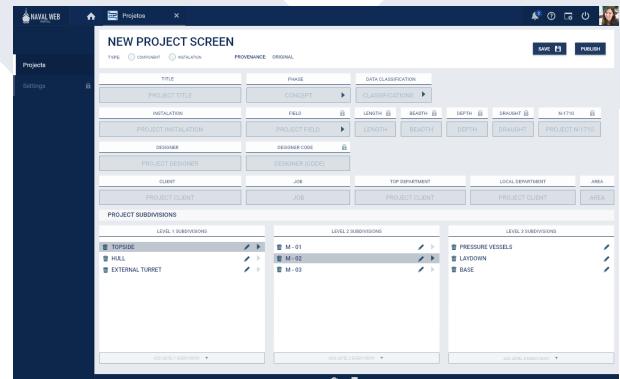


Figura 1: Protótipo de tela de cadastro.

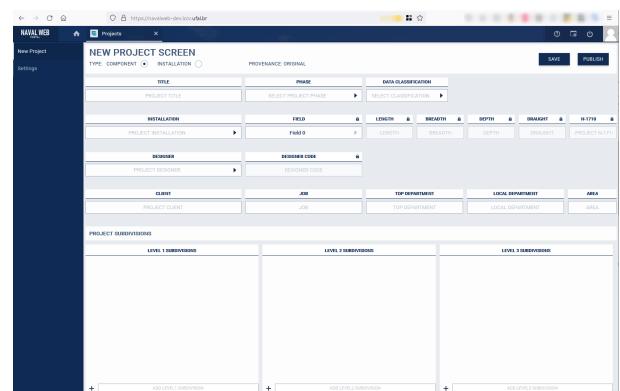


Figura 2: Aplicação em ambiente de desenvolvimento.

Squid: Um Arcabouço Baseado em Micro-Serviços Computacionais para Portais de Aplicações de Engenharia Naval e Submarina

Leandro M. Sales (leandro@lccv.ufal.br)

Daniel B. F. Silva, Diogo T. Cintra, Fábio M. G. Ferreira, Eduardo S. S. Silveira

Atividade de P&D

Duração: 48 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Squid, Microserviços, Computação em Nuvem

Introdução

O presente projeto tem por objetivo definir uma arquitetura computacional e tecnológica para a construção da Squid. A Squid prover serviços computacionais para o projeto NavalSubWeb, dando suporte à gestão dos portais Naval e Sub, bem como o controle da execução das aplicações vinculadas aos portais. Na Squid existem serviços que são genéricos para serem utilizados por todas as aplicações, promovendo independência das partes do sistema (ver Figura 1). A Squid permite a simples comunicação entre as partes de um sistema, em um modelo de serviço cliente-servidor utilizado nas diferentes aplicações web em execução em um ou mais portais. As aplicações e micro-serviços são desenvolvidos e implantados na Petrobras por

cada um dos provedores de aplicações contratados (ex. CESAR).

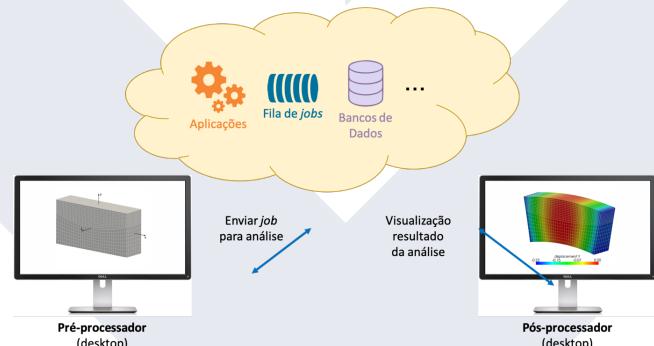


Figura 1: Comunicação gerenciada pela Squid.

Metodologia

A Squid é construída com base nas demandas das aplicações, a partir de um processo de diagnóstico definido neste projeto. Os serviços providos pela Squid vêm sendo determinados e implementados com base no quanto genérica poderá ser a funcionalidade prevista em uma aplicação a ser implantada em um ou mais portais. Foram definidos serviços tais como autenticação, gerenciamento de usuários, de relatórios, de notificações, de interface gráfica, de bancos de dados e de rotas de acesso aos diferentes pontos de acesso dos portais (ver Figura 2).

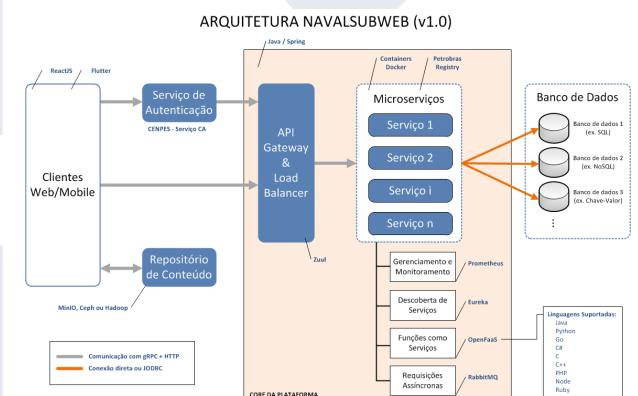


Figura 2: Arquitetura da Squid.

Resultados

Os serviços providos pela Squid estão em desenvolvimento e já utilizados de forma satisfatória pelos portais NavalWeb e SubWeb, que são implantados em containers Docker, permitindo assim a fácil homologação para se tornarem disponíveis no serviço de registry da Petrobras.

Geomecânica Computacional

Utilização do MPM e modelos constitutivos elastoplásticos para análise de problemas de Geologia Estrutural

Lucas Diego F. Lino (lucaslino@lccv.ufal.br)

Ricardo A. Fernandes, Tiago P. S. Lôbo, Luciana C. L. M. Vieira, Adeildo S. Ramos Jr.

Atividade de P&D

Duração: 12 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Método dos Pontos Materiais, Plasticidade, Geologia Estrutural

Introdução

Na área da Geologia Estrutural, busca-se compreender o histórico de movimentos geológicos que afetaram determinada área com o objetivo de estimar campos de tensões desencadeados e caracterizar regiões de falha no cenário atual. Esta área possui forte interação com a indústria de óleo e gás, visto que a análise das estruturas geológicas pode evidenciar zonas preferenciais para perfuração onde existe uma maior probabilidade de concentração de hidrocarbonetos e consequente sucesso na exploração. Dessa forma, propõe-se a utilização do Método dos Pontos Materiais (MPM), que facilita análises com grandes deslocamentos e problema de contato, em conjunto com modelos constitutivos elastoplásticos, como Drucker-Prager e Mohr-Coulomb, para simulação da movimentação de maciços geológicos e visualização de suas respectivas zonas de falha.

Metodologia

Na análise numérica com o MPM, pontos materiais são entidades lagrangianas que se deslocam no domínio, ativando os elementos de uma malha de fundo estática e facilitando o tratamento de contato e problemas de malha relacionadas a grandes deslocamentos. Também é em cada ponto material que se realiza a avaliação mecânica do problema, convertendo as grandezas cinemáticas em gradientes de deformação e avaliando o respectivo estado de tensão. Nesta abordagem, optam-se por modelos elastoplásticos com dependência da parcela hidrostática de tensão, como Drucker-Prager e Mohr-Coulomb, visto que são mais indicados para análise de geomateriais. Exemplos de verificação são apresentados como forma de avaliação inicial da implementação computacional realizada.

Resultados

Para a análise, foi considerado o problema da estabilidade de um talude, simulado com os modelos constitutivos elastoplásticos com superfície de escoamento de Drucker-Prager e Mohr-Coulomb. Para cada simulação, os campos de deslocamentos, tensões e deformações foram comparados com os resultados-base fornecidos pelo *Abaqus CAE*. Além disso, nas simulações do MPM, foram utilizados os métodos de integração que atualiza as tensões por último modificado (MUSL) e sua implementação original (USL). A figura 2 mostra os resultados obtidos para a deformação plástica equivalente, e obtidos igualmente para os campos de tensões e deformações. Os resultados encontrados podem ser considerados excelentes, visto que, apesar de comparação apenas visual, as variações nos campos são preservadas e as transições em zonas

mais suaves são percebidas. Por fim, vale ressaltar que a implementação do modelo constitutivo Mohr-Coulomb está em fase de desenvolvimento, refletindo no resultado distante entre o MPM (com USL) e Abaqus.

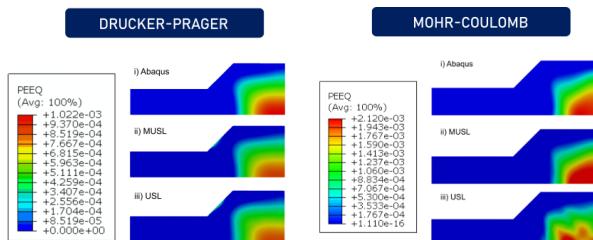


Figura 1: Resultados da deformação plástica equivalente utilizando os modelos constitutivos Drucker-Prager e Mohr-Coulomb para o problema da estabilidade de talude.

Desenvolvimento de uma interface gráfica de usuário para o software E-Sub

Tiago P. S. Lôbo (tiago@lccv.ufal.br)

Leonardo T. Ferreira, Ricardo A. Fernandes, Luciana C. L. M. Vieira, Lucas Diego F. Lino, Adeildo S. Ramos Jr.

Atividade de P&D

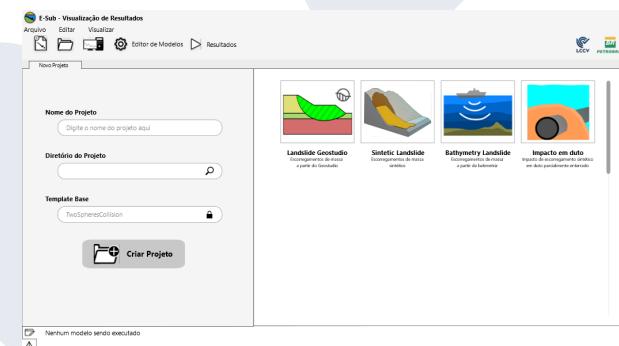
Duração: 6 meses (Finalizado)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Escorregamentos submarinos, Método dos Pontos Materiais, Interface Gráfica de Usuário, Design de Interface

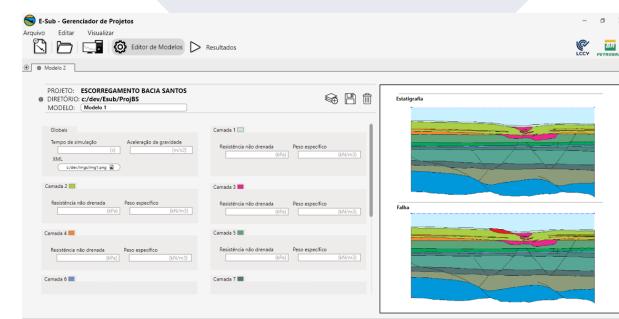
Introdução

Estudar numericamente fenômenos físicos é uma atividade complexa e multidisciplinar que exige conhecimento técnico prévio do fenômeno, da formulação matemática que o descreve e do método numérico utilizado. Tal complexidade, caso não tratada, pode dificultar na adoção de ferramentas numéricas para estudo de fenômenos físicos. Neste sentido, desenvolvemos uma interface gráfica para o software E-Sub que simplifica a simulação numérica de escorregamentos submarinos, desde a modelagem do problema a análise dos resultados.



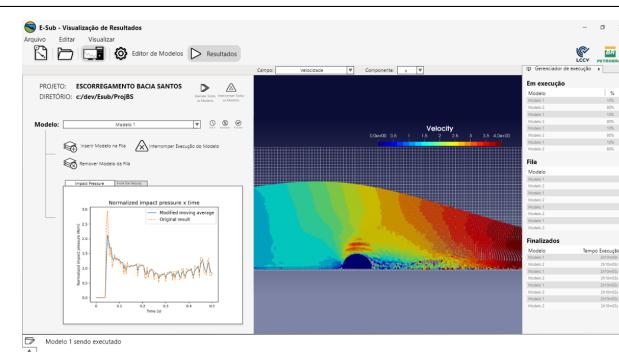
Metodologia

O software E-Sub resolve o problema de escorregamentos submarinos utilizando o método dos pontos materiais, uma técnica numérica de discretização de equações diferenciais. Como requisito base para interface gráfica definimos a simplificação do fluxo de trabalho necessário para obter os resultados de um estudo de escorregamento submarino. Para tanto, templates com os cenários mais comuns foram gerados, onde somente parâmetros reológicos e geométricos precisam ser ajustados.



Resultados

Como resultado obtivemos uma interface capaz de gerenciar múltiplos usuários e projetos, com capacidade para geração automática de relatórios, visualização dos campos de interesse (tensões, deformações, velocidades, etc...) e input de dados de usuário condizentes com sua área de atuação.



Simulação numérica de escorregamentos submarinos associada a análises limites de estabilidade

Ricardo A. Fernandes (ricardoaf@lccv.ufal.br)

Leonardo T. Ferreira, Tiago P. S. Lôbo, Luciana C. L. M. Vieira, Adeildo S. Ramos Jr.

Atividade de P&D

Duração: 6 meses (Finalizado)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Escorregamentos submarinos, Método dos Pontos Materiais, Análise de estabilidade

Introdução

Escorregamentos submarinos podem comprometer estruturas alocadas no leito marinho em campos offshore de produção de óleo e gás. Como exigência de órgãos ambientais de regulamentação, o projeto de estruturas submarinas deve levar em consideração estimativas de mobilização de massa e alcance de corridas em taludes submarinos. Para a análise numérica desse tipo de escorregamento, em geral, considera-se uma massa deslizante inicial que pode escorregar e mobilizar mais material durante a corrida. Para a definição desta massa inicial, propõe-se a execução de uma análise limite de estabilidade inicial, realizada por meio do software SLOPE/W da suite GeoStudio.

Metodologia

Inicialmente, dados de perfis de seções geológicas são utilizados para definição do talude de interesse no software SLOPE/W. São definidos a geometria, as condições de contorno e o perfil de resistência idealizado para o talude e uma análise limite utilizando modelos analíticos de estabilidade é realizada. Como resultado, tem-se a definição de uma superfície de ruptura do talude submarino e seu respectivo fator de segurança. Utiliza-se um arquivo de saída do Slope/W em formato XML para entrada de dados no simulador de escorregamentos submarinos E-Sub, desenvolvido pelo LCCV. Com esta integração, é possível definir a configuração inicial do modelo numérico de escorregimento por meio da superfície de ruptura determinada, bem

como, o perfil inicial de resistência não drenada do solo intacto, antes do escorregimento. Geometrias provenientes de perfis batimétricos isolados também podem ser utilizadas para definição do talude submerso.

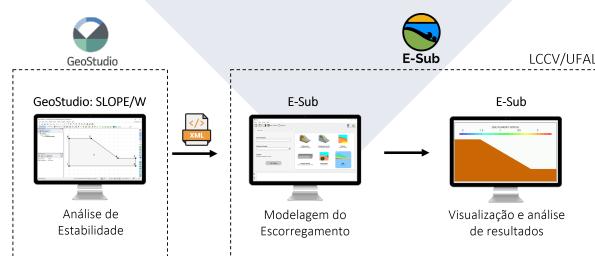


Figura 1: Metodologia proposta.

Resultados

Como resultado o usuário pode definir o talude considerado para estudo e realizar a análise de estabilidade usando o Slope/W e, posteriormente, alimentar o simulador E-Sub para analisar o potencial escorregamento submarino, seu alcance, velocidade e perfil de deposição ao longo do tempo. A Figura 2 mostra um caso hipotético de escorregimento submarino modelado conforme a metodologia proposta.

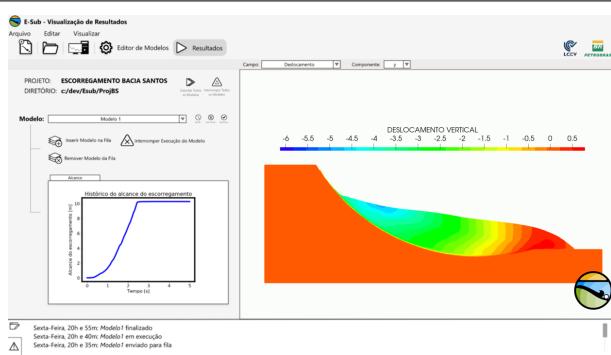


Figura 2: Exemplo de resultados alcançados.

Paralelização do software E-Sub com subdomínios L/R

Tiago P. S. Lôbo (tiago@lccv.ufal.br)

Leonardo T. Ferreira, Diogo T. Cintra, Ricardo A. Fernandes, Luciana C. L. M. Vieira, Adeildo S. Ramos Jr.

Atividade de P&D

Duração: 6 meses (Finalizado)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

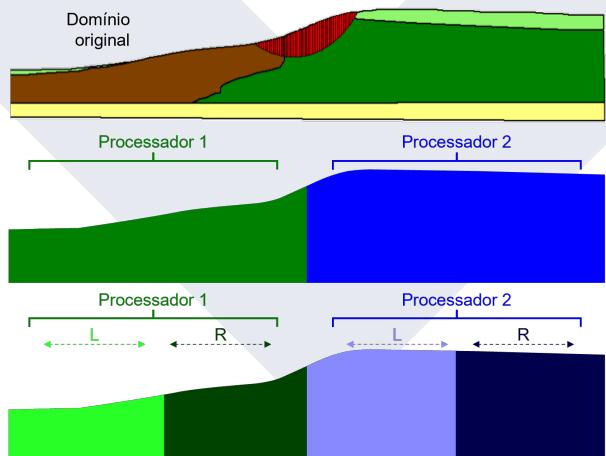
Palavras-chave: Escorregamentos submarinos, Método dos Pontos Materiais, Paralelização, HPC

Introdução

O software E-Sub tem como objetivo simular numericamente escorregamentos submarinos e quantificar seu impacto em estruturas offshore. Para tanto, o software faz uso do método dos pontos materiais para resolver o problema proposto. Como escorregamentos são fenômenos dinâmicos, de larga escala e que envolvem interações entre diferentes materiais, estratégias para acelerar a resolução numérica do problema são necessárias para viabilizar o estudo de diferentes cenários. Neste contexto, este trabalho paraleliza o E-Sub utilizando OpenMP e subparticionando o problema em domínios left/right (L/R) menores.

Metodologia

Para resolver um problema de escorregamento o método dos pontos materiais mapeia as partículas, que representam o contínuo, para uma malha de fundo, onde as forças são calculadas. Deste modo, para evitar condições de corrida, temos que garantir que dois processadores diferentes não irão atualizar, simultaneamente, a mesma região da malha. Para garantir isso, dividimos inicialmente os domínios por faixas, para então dividir cada faixa em um subdomínio left e outro right. Por fim, os subdomínios left são resolvidos para depois os subdomínios right serem resolvidos, evitando condição de corrida.



Resultados

Para testar a metodologia proposta utilizamos dois exemplos de benchmark, a colisão de duas esferas elásticas e um escorregamento sintético. Para efeito de testes rodamos as simulações com três processos e com um processo. Ambos os exemplos conseguiram speedups excelentes, e demonstra que a técnica é indicada para programas utilizando o MPM.

Benchmark

	Serial	Paralelo
Colisão de esferas elásticas	8min34s	3min22s 2.5x
Escorregamento submarino sintético	1h10min5s	31min18s 2.2x

Estratégias Eficientes para Modelagem de Escorregamentos em Domínio Amplo com o Método dos Pontos Materiais

Leonardo T. Ferreira (leonardotoledo@lccv.ufal.br)
 Adeildo S. Ramos Jr., Ricardo A. Fernandes, Tiago P. S. Lôbo

Atividade de P&D
 Duração: 2 meses (Em andamento)
 Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Escorregamentos, Método dos Pontos Materiais, Modelagem computacional

Introdução

A modelagem de escorregamentos em domínio amplo (com mais de 10 km de extensão) é computacionalmente custosa. Embora o Método dos Pontos Materiais seja indicado para essas situações – por lidar bem com grandes deslocamentos e deformações –, é preciso esmero no processo de modelagem para se atingir bons resultados eficientemente. Uma possibilidade é a divisão do domínio em duas partes: superfície de falha e suporte rígido (Figura 1a), com oclusão do suporte rígido (Figura 1b). Outra possibilidade é a estratégia de offset, apresentada neste resumo.

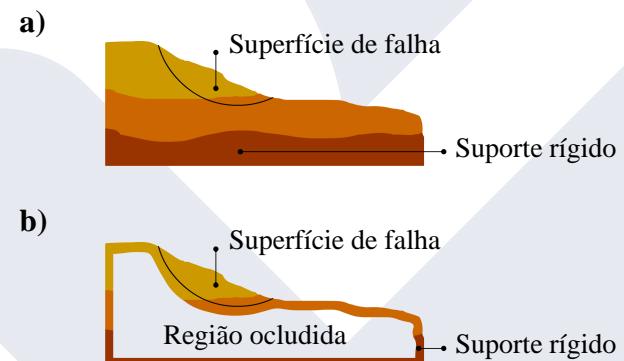


Figura 1: Estratégia de modelagem por oclusão.

Metodologia

A estratégia de offset pode ser utilizada quando se verifica a possibilidade do suporte do escorregamento ser mobilizável durante a sua progressão. Deste modo, desenvolvemos uma estratégia de divisão em faixas por offset, que consiste na divisão do domínio inicial (Figura 2a) em faixas paralelas à superfície da seção que podem ser passivas (mobilizáveis pela região ativa) ou rígidas (Figura 2b). Todas as partes do domínio original que não estiverem incluídas na região de offset serão descartadas e utilizadas apenas para fim de exibição. Por fim, temos a região ativa (Figura 2c). Essa região também pode incluir um vão à montante do deslizamento, onde não se espera que ocorra mobilização (a depender do modelo constitutivo adotado).

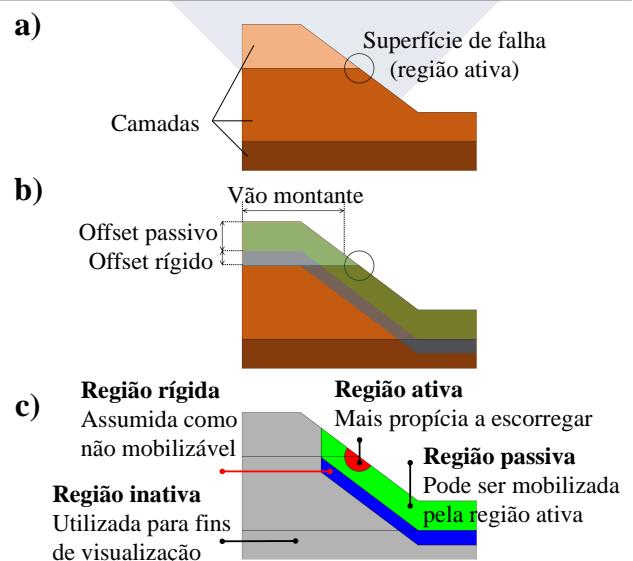


Figura 2: Estratégia de modelagem por offset.

Resultados

A adoção das estratégias de oclusão do suporte rígido e de offset trouxeram ganhos de performance significativos, com simulações da ordem de 2 a 3 vezes mais rápidas nos modelos testados.

Modelagem Numérica de Experimentos de Centrífuga Utilizando o Método dos Pontos Materiais

Paulo Victor L. Santos (paulo.santos@lccv.ufal.br)

Adeildo S. Ramos Jr., Ricardo A. Fernandes, Leonardo T. Ferreira, Tiago P. S. Lôbo

Atividade de P&D, Engenharia civil

Duração: 38 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Escorregamentos, Método dos Pontos Materiais, Modelagem computacional, Centrífuga, Validação Experimental

Introdução

Escorregamentos submarinos são deslizamentos de terra que ocorrem abaixo da linha do mar e podem atingir estruturas de extração de óleo e gás. O rompimento dessas estruturas pode causar desastres econômicos e ambientais, justificando o estudo do tema. Experimentos de centrífuga são utilizados para estudar esses fenômenos de maneira controlada porém, por necessitar de maquinário próprio, caro e de difícil manuseio, as análises em experimentos físicos desse tipo podem demorar mais de 6 meses. Deste modo, este trabalho propõe a utilização do software E-Sub para reproduzir os ensaios de centrífuga afim de facilitar o estudo de escorregamentos submarinos.

Metodologia

Iniciamos, no software E-Sub, o processo de modelagem de experimentos de centrífuga realizados por Hotta (2019) e Santos (2018). Consideramos a massa deslizante como um material do tipo *Herschel-Bulkley* e fizemos uma comparação do resultado numérico com o resultado dos autores.

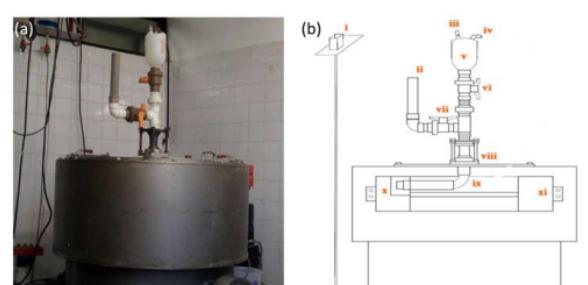


Figura 1: Comparação entre o modelo físico realizado por Hotta (2019) (cima) e o esquema numérico utilizado pelo LCCV nos experimentos numéricos.

Resultados

Uma das ideias é simular a ocorrência de hidroplanagens, o início desse fenômeno pode ser visto na Figura 1, entretanto ainda estão sendo feito ajustes nos parâmetros do material e da água. Os resultados atuais nos animam devido a sua semelhança com os experimentos físicos, necessitando apenas de ajustes no modelo para retirar descontinuidades no corpo devido a interação fluido/estrutura.

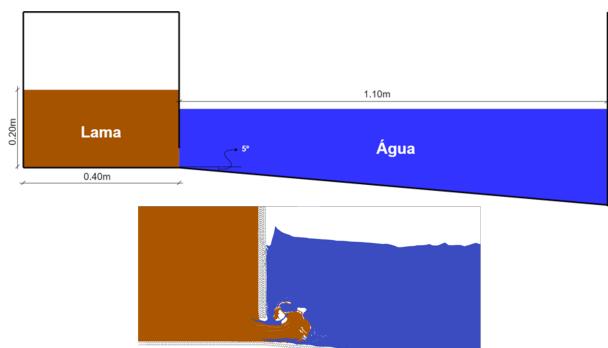


Figura 2: Instante de tempo de simulação realizada como comparação ao feito por Hotta (2019).

Simulação Numérica de Fluidos Utilizando o Método dos Pontos Materiais

Paulo Victor L. Santos (paulo.santos@lccv.ufal.br)

Adeildo S. Ramos Jr., Luciana C. L. M. Vieira, Ricardo A. Fernandes, Leonardo T. Ferreira, Tiago P. S. Lôbo

Atividade de P&D, Engenharia civil

Duração: 38 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Método dos Pontos Materiais, Fluidodinâmica Computacional, Validação Experimental, Dam Break

Introdução

Escorregamentos submarinos são eventos catastróficos que podem causar danos ambientais e econômicos severos. Uma das características marcantes deste tipo de deslizamento de terra é o seu alcance, com extensões de mais de 800 km. Tais alcances são observados devido, principalmente, ao fenômeno de aquaplanagem - onde a massa deslizante e o leito marinho ficam separados por uma camada de água, diminuindo efeitos de atrito e permitindo alcances gigantescos. Neste contexto, esse trabalho propõe a validação do módulo de simulação de fluidos do software E-Sub para viabilizar a reprodução do fenômeno de aquaplanagem em escorregamentos submarinos.

Metodologia

Dentro do software E-Sub a diferença na simulação de solos e fluidos é somente o modelo constitutivo utilizado. Escolhemos por simular fluidos newtonianos viscosos e sua interação com estruturas flexíveis, onde efeitos de percolação do fluido na estrutura foram desconsiderados. Para validar a estratégia proposta escolhemos reproduzir, utilizando o E-Sub, dois experimentos com água: *Dam Break* e *Dam Break* com comporta flexível conduzidos por Cruchaga et al. (2007) e por Antoci et al. (2007).

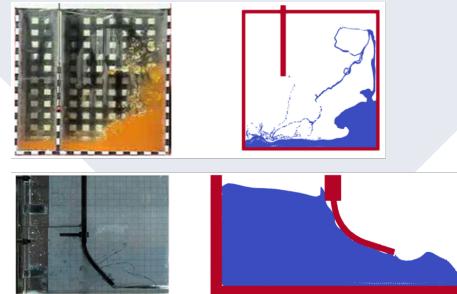


Figura 1: Comparação entre os experimentos físicos (esq.) realizado por Cruchaga et al. (2017) (cima) e Antoci et al. (2007) (baixo) e os numéricos (dir.) realizados no LCCV.

Resultados

Com a aplicação dos parâmetros de material da água dispostos na literatura e aprendendo com as particularidades necessárias para esse tipo de simulação, como a grande necessidade por uma melhor discretização do corpo de fluido, foi possível realizar a validação tanto qualitativa como quantitativa dos experimentos de fluido. As comparações entre os experimentos físicos e numéricos podem ser vistos nas Figuras 1 e 2, evidenciando grande similaridade entre ambos os experimentos.

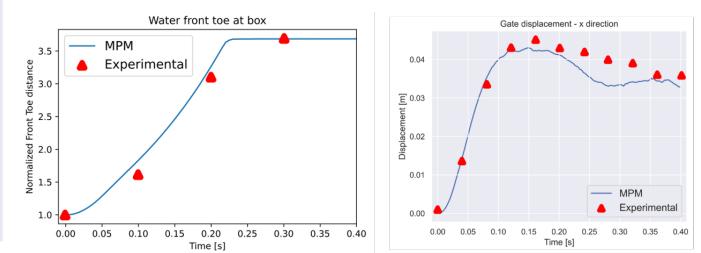


Figura 2: Validação quantitativa entre o deslocamento da cabeça do fluxo no experimento de Cruchaga et al. (2017) (esq.) e o deslocamento na direção horizontal do experimento de Antoci et al. (2007) (dir.).

Implementação de algoritmo de adaptação espacial para simulações de escorregamentos submarinos com o MPM

Lucas Diego F. Lino (lucaslino@lccv.ufal.br)

Tiago P. S. Lôbo, Adeildo S. Ramos Jr.

Atividade de P&D, Engenharia civil

Duração: 6 meses (Em andamento)

Parceiros: CENPES/PETROBRAS, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Método dos Pontos Materiais, Adaptação espacial, Escorregamento submarino

Introdução

As partículas, no Método dos Pontos Materiais (MPM), representam o domínio material do problema e se movem através de uma malha de fundo de elementos finitos fixa. À medida que as partículas acumulam deformação, sua configuração espacial muda, podendo desenvolver regiões com pobre densidade de partículas e fraturas numéricas irreais. Como caso de estudo, analisamos escorregamentos submarinos e observamos que estes estão suscetíveis a ambos os problemas. Neste contexto, desenvolvemos um esquema de adaptação espacial para o MPM, evitando o surgimento de fraturas numéricas e, desta forma, melhorando a resposta numérica da simulação.

Metodologia

De forma a evitar fraturas numéricas e regiões com pobre densidade de partículas, implementamos um algoritmo de adaptação baseado na deformação dos pontos materiais. Uma regra para subdivisão foi criada e checa a deformação atual e a de criação de cada partícula, introduzindo um parâmetro limitante (β) que nos diz o quanto a partícula pode deformar sem ser subdividida. Deste modo, evitamos ambos os problemas descritos

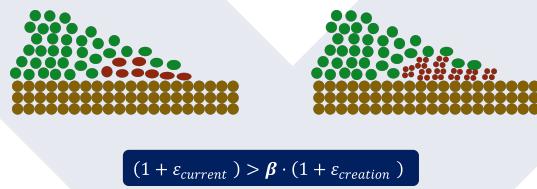


Figura 1: Regra para subdivisão e representação da subdivisão de partículas durante um escorregamento submarino. Partículas em vermelho indicam deformações excessivas.

Resultados

Para testar a metodologia proposta, simulamos um escorregamento submarino sintético, considerando o solo como um material elástico-plástico com superfície de escoamento de von Mises, como proposto por Dong (2017). Neste caso, utilizamos um parâmetro limitante $\beta = 1.4$. A figura 2 mostra os resultados obtidos quando utilizamos o esquema de adaptação espacial, demonstrando que a técnica proposta elimina substancialmente fraturas numéricas, reduzindo erros numéricos e, dessa forma, produzindo resultados confiáveis para simulação de escorregimentos submarinos com o MPM.

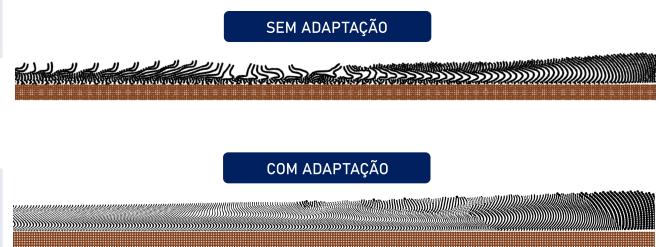


Figura 2: Comparação de uma região específica de um escorregamento submarino com e sem a técnica de adaptação espacial.



Modelagem computacional de linhas de ancoragem e de produção

Implementação de metodologia de Análise no Domínio da Frequência

Heleno P. Bezerra Neto (helenopontes@lccv.ufal.br)
 Eduardo N. Lages, Fábio M. G. Ferreira, Michele A. L. Martins

Atividade de P&D
 Duração: 48 meses (Em andamento)
 Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Análise Dinâmica no Domínio da Frequência, Linearização da Força de Morison, Linhas de ancoragem e produção

Introdução

As estruturas offshore como risers e linhas de ancoragem encontram-se em contato direto com as ações ambientais e devem resistir a esses carregamentos. Para se avaliar tais estruturas, faz-se uso de análises dinâmicas, que podem ser no domínio do tempo e no domínio da frequência. A análise no domínio do tempo utiliza um sistema de equações diferenciais, admitindo a consideração de não linearidades. Já a análise no domínio da frequência recai em um sistema de equações algébricas, sendo necessário realizar a linearização de algumas formulações, por exemplo, a parcela de arrasto da formulação de Morison. O DOOLINES (Dynamics Of Offshore LINES) realiza a análise dinâmica no domínio do tempo, desta forma, este trabalho tem o objetivo de implementar uma metodologia de análise no domínio da frequência.

Metodologia

Inicialmente realiza-se o estudo da linearização da cinemática da onda, seguido do estudo da linearização da força de Morison através do método desenvolvido por Krolikowisk e Gay. Implementa-se um código para a resolução da equação do movimento com 1 grau de liberdade (gl), em seguida, realiza-se a implementação para múltiplos graus de liberdade. Por fim, inclui-se a consideração de vários tipos de carregamentos no programa (peso próprio, contato com o solo, correnteza).

Resultados

Os resultados obtidos para os estudos da linearização da cinemática da onda e da força de Morison foram compatíveis com as análises não lineares. As análises com a consideração de 1 grau de liberdade e vários graus de liberdade também apresentaram resultados próximos às análises sem linearização. Para a análise de linhas de ancoragem e risers, realiza-se a análise estática no DOOLINES, obtendo informações de carregamentos e da linha e transferindo para o programa em Python que realiza a análise dinâmica no Domínio da Frequência.

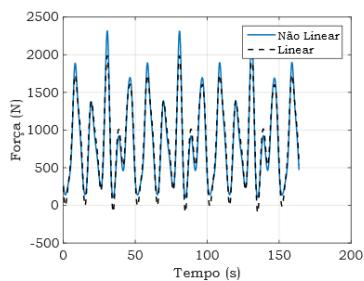


Figura 1: Comparação de força entre a formulação linear e não linear para 1 gl.

Análise de fadiga por tensões combinadas em amarras de linhas de ancoragem

Michele A. L. Martins (micheleagra@lccv.ufal.br)

Eduardo N. Lages, Fábio M. G. Ferreira, Heleno P. Bezerra Neto

Atividade de P&D

Duração: 48 meses (Em andamento)

Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Flexão fora do plano, Fadiga, Linhas de ancoragem

Introdução

Tendo em vista a associação da flexão fora do plano a diversas falhas prematuras de amarras de ancoragem, que representa uma potencial ameaça a eficácia e confiabilidade de projetos de sistemas de ancoragem, esta atividade do projeto objetiva estudar e implementar uma metodologia capaz de avaliar e quantificar o efeito de fadiga combinada, sob carregamentos de tração (TT), flexão no plano (IPB) e flexão fora do plano (OPB) verificados em

linhas de ancoragem de sistemas offshore

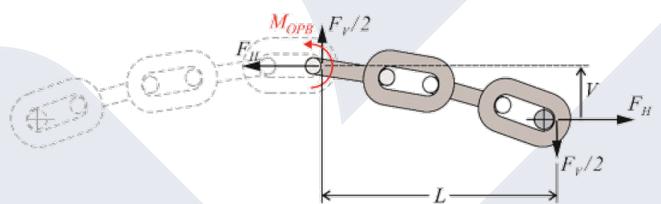


Figura 1: Elo sob flexão fora do plano.

Metodologia

Após o estudo e compreensão do fenômeno da flexão fora do plano em amarras de linhas de ancoragem, estruturou-se a metodologia a ser implementada com base nas orientações apresentadas no guia do BV NI 604 (Bureau Veritas, 2014). A metodologia básica apresentada consiste essencialmente no pós-processamento da tração da linha, do movimento da embarcação e dos ângulos da amarra obtidos por meio de uma análise global da linha no domínio do tempo. Definem-se as seguintes etapas macro: (1) análise global da linha no domínio do tempo; (2) análise local para obtenção dos ângulos relativos; (3) cálculo da rigidez de interligação; (4) cálculo das tensões locais (TT, OPB e IPB); (5) cálculo das tensões combinadas; (6) cálculo do dano por fadiga e estimativa de vida útil.

Resultados

Após estruturação e implementação da metodologia para o cálculo de fadiga devido a tensões combinadas, foi realizada a integração da mesma ao sistema Dynasim. Como continuidade do estudo, com base no aprimoramento do entendimento do fenômeno, são previstos aperfeiçoamentos na metodologia simplificada já implementada, bem como o estudo e implementação da metodologia completa apresentada no BV NI 604.

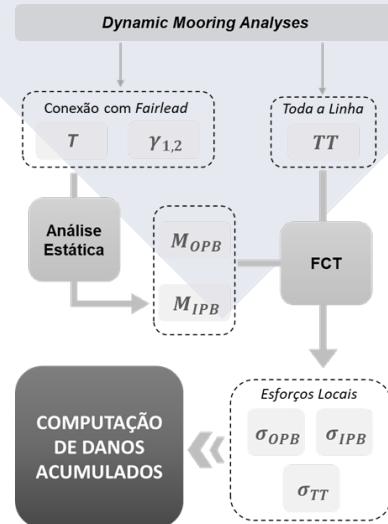


Figura 2: Ilustração da batimetria submarina.

Modelo de simulação dinâmica para linhas de ancoragem em configuração catenária

Milton M. G. Santos (milton.guimaraes@lccv.ufal.br)

Eduardo N. Lages

Atividade de P&D

Duração: 60 meses (Em andamento)

Parceiros: PUC-RJ e USP, Financiamento: PETROBRAS

Palavras-chave: Linhas de ancoragem, Formulação de Morison, Estruturas Submarinas

Introdução

Este trabalho objetiva construir uma formulação para simulação de linhas de ancoragem em configuração catenária e analisar o comportamento mecânico deste elemento estrutural que vincula unidades flutuantes em ambientes *offshore* (ver Figura 1). A formulação proposta visa descrever a dinâmica das linhas de ancoragem de forma fiel ao problema físico, provendo resultados mais plausíveis à dinâmica com menor custo computacional. Desse modo, utilizam-se soluções analíticas para a descrição da linha de modo a incorporar

iterativamente os efeitos dinâmicos proveniente do ambiente *offshore*.

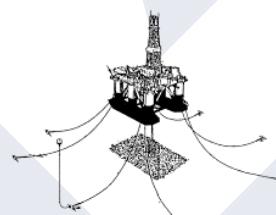


Figura 1: Sistema de linhas de ancoragem em catenária.

Metodologia

O método desenvolvido incorpora na sua formulação o modelo analítico de cabos deformáveis submetidos a cargas uniformemente distribuídas. Com esse modelo, particiona-se a linha analisada em vários elementos de cabos e este conjunto é, posteriormente, prescrito e discretizado de acordo com as condições existentes para um dado instante da simulação. Dado a prescrição do movimento do *fairlead* da linha de ancoragem, as ações dinâmicas discretizadas ao longo da linha são obtidas e uniformizadas para cada partição da linha, a qual é novamente submetida ao processo de prescrição e discretização da linha (ver Figura 2). Assim, um método iterativo é construído para obter a prescrição final da linha composta para um dado instante

temporal, no qual cada instante contemplará uma análise estática considerando a influência da dinâmica sobre a descrição da linha de acordo com suas respectivas partições de elementos de cabos.

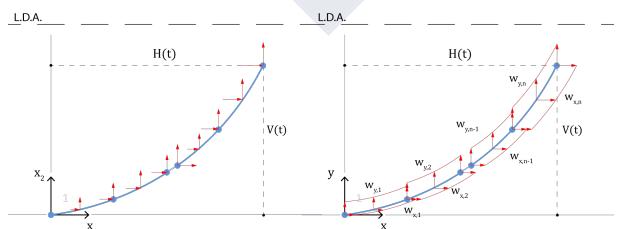


Figura 2: Homogeneização das ações dinâmicas para as partições de elementos de cabos.

Resultados

Este trabalho buscou desenvolver uma formulação matemática do método e de um simulador computacional que conte com a formulação adotada. As implementações e formulações desenvolvidas foram verificadas e validadas com base em resultados obtidos pelo *framework* DOOLINES, de modo que as análises estáticas e dinâmicas apresentaram precisão mínima de 99,8% e 98%, respectivamente. Porém, para grandes excitações cinemáticas, o método dinâmico pode perder sua representatividade em até 25%, o que norteará novas investigações.

Estudo e implementação do cálculo de vibrações induzidas por vórtices

Pedro Henrique R. M. Bastos (pedro.bastos@lccv.ufal.br)
 Michele A. L. Martins, Fábio M. G. Ferreira, Eduardo N. Lages

Atividade de P&D
 Duração: 24 meses (Em andamento)
 Parceiros: USP, PUC/Rio, Financiamento: Petrobras

Palavras-chave: Vibrações induzidas por vórtices, DOOLINES, risers

Introdução

O presente trabalho almeja o entendimento do fenômeno de vibração induzida por vórtices, para então desenvolver modelos matemáticos que, quando apropriadamente implementados computacionalmente e devidamente acrescidos ao *framework DOOLINES*, permitirão o cálculo e caracterização do fenômeno. Tal estudo é importante, pois as vibrações induzidas por vórtices podem causar grandes danos (fadiga) às estruturas de dutos utilizadas em exploração de petróleo offshore.



Figura 1: Típicas estruturas de exploração offshore. Fonte: Genesis Oil and Gas Consultants Ltd.

Metodologia

Primeiramente foi feita uma revisão bibliográfica, no intuito de obter maior entendimento do fenômeno físico e dos métodos matemáticos necessários pra representá-lo. Em seguida, a implementação do código foi iniciada, com o intuito de acrescer o cálculo das forças causadas pelas vibrações induzidas por vórtices ao *framework DOOLINES*. Feito isso, iniciou-se o esforço de verificação do código, para garantir que as forças de arrasto e sustentação causadas pelo VIV estejam sendo calculadas e representadas corretamente no *framework*.

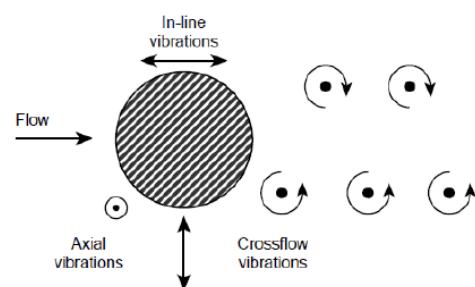


Figura 2: Vibrações induzidas por vórtices. Fonte: Ahmed et al. (2014).

Resultados

Este trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento, implementação e verificação de modelos matemáticos no *framework DOOLINES* que representem os fenômenos das vibrações induzidas por vórtices, permitindo então a quantificação dos esforços induzidos. Assim, será possível agregar essa funcionalidade ao sistema *DYNASIM*, no qual o DOOLINES é responsável pela análise estática e dinâmica das linhas. A implementação passou por um processo de verificação e calibração, progredindo para uma representação muito mais próxima do desejado, e está encaminhada para a finalização e validação.

Índice Remissivo

A

- Adeildo S. Ramos Jr., 9, 12, 16, 34, 77–84
Adlehr Gabriele C. Oliveira, 16, 58
Aline Nunes, 9
Aline S. R. Barboza, 10, 16, 17, 20–26, 60, 62–65, 68, 69
Aline V. Esteves, 16, 54, 55
Anderson Fernando C. Gomes, 16, 51–53
André L. L. Aquino, 13
Antonio Paulo A. Ferro, 60, 63, 64
Arthur Sávio Bernardo Melo, 61, 66, 67

B

- Beatriz R. Barboza, 16, 51–57
Bruno B. dos Santos, 49
Bruno R. P. Melo, 13, 74

C

- Carlos W. L. Barbosa Neto, 61, 66, 67
Catarina N. A. Fernandes, 37, 40, 42–44, 46, 47
Christiano Augusto F. Várady Filho, 16, 56–59
Clerisvaldo H. Santos Jr., 62

D

- Daniel B. F. Silva, 13, 74, 75
Daniel M. Pimentel, 66, 67
Daniell P. Silva, 10, 19–29
Darlysson O. Nascimento, 27, 28
Diego V. G. Ferreira, 17, 60, 62–65, 68, 69
Diogo T. Cintra, 12, 13, 74, 75, 80

E

- Edson Rabelo Jr., 66, 67
Eduardo Matheus A. Pacheco, 16, 51–53
Eduardo N. Lages, 9, 12, 16, 86–89
Eduardo S. Paranhos Sobrinho, 15, 39, 48
Eduardo S. S. Silveira, 9, 11–13, 31–35, 71–75
Eduardo T. Lima Jr., 14–17, 38, 41, 45, 50, 53, 54, 57, 59, 62, 65
Emerson Acácio F. Santos, 31–33, 35
Eric S. Coelho, 20, 29
Everton B. Silva, 16, 56, 57

F

- Fábio M. G. Ferreira, 9, 11, 13, 31, 32, 35, 71–75, 86, 87, 89
Fabrício J. F. Farias, 13, 72, 73
Felipe P. Lima, 60, 63

Felipe Pontes, 14

Francisco A. V. Binas Jr., 62, 64, 65, 69

G

- Gabriel Domingos, 9
Gilberto L. L. Santos, 46, 47
Gleide K. M. Lins, 42, 43, 46, 47
Guilherme M. Medeiros, 27, 28
Gustavo T. Silva, 50

H

- Heleno P. Bezerra Neto, 9, 86, 87
Higor Daniel C. Cabral, 27, 28

I

- Igor M. N. Oliveira, 39, 48, 49
Ilivanilton R. Barros, 61, 66, 67

J

- Jéssica P. V. Valença, 65, 69
Jennifer Mikaela F. Melo, 16, 54, 55
João Paulo L. Santos, 14–17, 44, 46, 47, 51–59, 68
João Paulo N. Araújo, 14, 15, 38, 39, 44, 48, 49
João V. R. Cruz, 40
José Diego Silva, 41
Joseir G. Percy, 68
Josué D. Silva Neto, 11, 31–33, 35
Joyce K. F. Tenório, 51–53

K

- Kevin Washington S. Lira, 61, 66, 67
Kim R. Gama, 13, 71

L

- Leandro M. Sales, 11, 13, 61, 66, 67, 75
Leonardo T. Ferreira, 12, 78–83
Luana L. Menezes, 13
Lucas Diego F. Lino, 74, 77, 78, 84
Lucas G. O. Lopes, 15, 48, 49
Lucas P. Gouveia, 14–17, 38, 44, 48–50, 59, 60, 63, 64
Lucas S. Sales, 61, 66, 67
Luciana C. L. M. Vieira, 12, 16, 77–80, 83
Luiz C. L. Veras, 50
Luiz E. Silva Filho, 37, 38

M

- Márcia Martins, 9
Márcio M. Ribeiro, 13, 71–73

Manuela O. L. Lôbo, 13
Marcio A. Guimarães, 15
Marcos A. B. Lima, 61, 66, 67
Matheus A. Miranda, 11, 31–33
Maxsuel M. Silva, 27, 28
Michele A. L. Martins, 9, 86, 87, 89
Milton M. G. Santos, 9, 88

O

Otávio B. A. Rodrigues, 44

P

Paulo Victor L. Santos, 82, 83
Pedro Henrique Matias Silva, 16, 59
Pedro Henrique R. M. Bastos, 9, 89
Pedro R. R. Magalhães, 45

R

Raniel Deivisson A. Albuquerque, 16, 54, 55
Regis S. Coelho, 25
Renato R. L. Santos, 32, 35
Ricardo A. Fernandes, 12, 13, 37, 43, 77–83
Rodrigo B. Paes, 14, 15
Rodrigo L. Pinheiro, 12

S

Sayonara C. Bulandeira, 16, 55

T

Teófanes Vitor Silva, 65, 68
Themisson S. Vasconcelos, 46, 47
Thiago B. Silva, 14, 15, 38, 41, 42, 45–49
Tiago P. S. Lôbo, 12, 13, 72, 74, 77–84

V

Victor Matheus S. Siqueira, 69

W

Weverton M. Silva, 11, 31, 32, 34, 35
Wilamis Micael A. Aviz, 27, 28
William Kleber A. Santos, 19, 29
William Wagner M. Lira, 14, 15, 37, 38, 40, 42,
43, 46–49
Willy C. Tiengo, 14, 15



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS



PETROBRAS



FUNDEPES
Fundação Universitária de Desenvolvimento de Extensão e Pesquisa



Usina Hidrelétrica de Angiquinho, Delmiro Gouveia/AL
Dênilson Diamantino / Opará Documentários

Laboratório de Computação Científica e Visualização

Universidade Federal de Alagoas

Campus A. C. Simões - Av. Lourival Melo Mota, s/n,
Cidade Universitária - Maceió/AL - CEP 57072-970