

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de **P&D** em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

ADAPTAÇÃO DE MODELOS DAS ATIVIDADES PETROLÍFERAS PARA ESTIMATIVA DE FALHAS DE AEROGERADORES COM OS MODELOS: LEAK, HSE e BEVI.

AUTORES:

Georgea Karoline Freitas dos Santos¹, Eulália Paiva Feitosa Neta², Carlos Enrique de Medeiros Jerônimo³.

INSTITUIÇÃO:

Universidade Potiguar - UnP

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 9º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 09 a 11 de novembro de 2017, em Maceió/AL. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 9º PDPETRO.

ADAPTAÇÃO DE MODELOS DAS ATIVIDADES PETROLÍFERAS PARA ESTIMATIVA DE FALHAS DE AEROGERADORES COM OS MODELOS: LEAK, HSE e BEVI.

Abstract

Due to a need to raise awareness of measures that promote sustainable development and the gradual replacement of fossil energy use, whether due to scarcity of raw materials or environmental damage, the use of alternative sources of energy has World scenario. The high cost and environmental damage caused by fossil fuels are the major motivators for the development of research into the production of cleaner and renewable electricity, such as wind energy. In the face of the accelerated growth of wind farms around the world, the consequent concern about possible damage to the environment and the population has stimulated several types of studies on the frequency and consequences of failures in wind turbine equipment. The identification of the frequencies of failures can be done by means of a risk analysis, the main evaluation to estimate and to eradicate possible damages. This work, based on the quantification of equipment present in wind turbines, used a software (LEAK 3.3) capable of simulating faults and estimating their frequencies, in order to compare the results obtained in the simulation with data already existing in the literature. The present work validated the adaptation of used and consolidated models in the management of risks of petroleum activities, for the application in the scenarios that involve the generation of electric energy by wind sources. The results demonstrate a good adaptation of the models tested for the proposed cases.

Introdução

A geração de energia é essencial para o desenvolvimento social e econômico do país, entretanto, o aumento do consumo de energia – gerada principalmente por meio de combustíveis fósseis – é proporcional aos impactos ambientais causados, diante disso, houve a necessidade de substituir esses combustíveis por fontes renováveis a fim de garantir um desenvolvimento mais sustentável para a população.

Segundo a Revista Brasileira de Ensino de Física (2008) uma aplicação que vem se tornando mais importante a cada dia é o aproveitamento da energia eólica como fonte alternativa de energia para produção de eletricidade.

Esta energia é capturada pelo aerogerador, que produz cerca de 1,67 Mwh (Mega-watt-hora) de energia. Para aproveitar com maior eficiência a força do vento as pás usam princípios aerodinâmicos; o movimento das pás faz girar um eixo, que liga o cubo do rotor a um gerador no interior da nacelle, o compartimento no topo da torre. Na engrenagem, a energia mecânica, depois de passar por um multiplicador será transformada, no gerador, em energia elétrica.

Ao longo da operação do sistema é possível que ocorram falhas nos componentes que constituem a nacelle, devido a importância de identificar os riscos que uma falha pode gerar, a frequência de falhas desses componentes tornou-se o foco principal neste trabalho. O objetivo inicial foi a adaptação de um modelo que calculasse essas frequências, através de uma plataforma computacional, em atividades petrolíferas, a fim de determiná-las em aerogeradores.

Metodologia

O estudo sobre Frequência de Falha (FF) constituiu inicialmente de uma revisão bibliográfica sobre Análise de Risco (AQR), onde identificou-se os principais resultados dessa análise: identificação de cenários de acidentes, suas frequências esperadas de ocorrência e suas das possíveis consequências.

O risco é muitas vezes expresso em termos de uma combinação das consequências de um evento (incluindo mudanças nas circunstâncias) e a probabilidade associada de ocorrência. A consequência é o resultado de um evento que afete os objetivos; um evento pode levar a uma série de consequências e a frequência é o número de eventos ou resultados por unidade de tempo definida, pode ser aplicada a eventos passados ou a eventos futuros potenciais, onde ela pode ser usada como uma medida de probabilidade. (ISO/Guide 73:2009)

Assim, foi possível adaptar os estudos existentes em estimativa de falhas nas atividades petrolíferas para aerogeradores. Com a plataforma já desenvolvida, foi preciso identificar quais os componentes existentes na nacele passíveis a falhas por meio de pesquisas bibliográficas, foram eles: pás, hastes, rotor, eixo do rotor (entrada e saída), gerador e refrigerador. No simulador de frequência de falhas, os equipamentos a serem utilizados são inseridos na aba “*Project*”, em seguida é determinada a taxa de vazamento de líquido ou gás existente no sistema na aba “*Output*” de acordo com o tamanho dos tanques/vasos.

Ao informar todos os valores necessários a resolução será uma planilha de dados contendo as frequências de falhas no cenário escolhido, para posteriormente comparar com dados já existente na literatura a fim de assegurar a confiabilidade dos resultados obtidos.

Resultados e Discussão

Para estimar as falhas a partir do simulador utilizaram-se dados do projeto de um protótipo de uma turbina eólica de eixo horizontal segundo Lima (2015).

Tabela 1 – Dados de entrada utilizados na simulação

Equipamentos	Quantidade	Tamnhho (mm)	Pressão (bar)	Gás - Vol (%)	Líquido - Vol (%)
Hub (Cubo)					
Flange	1	4000	2	0	100
Pipe_proc	1	19,62	2	0	100
Flange	3	33,3	2	0	100
Nacele					
Comp_recipr	1	1000	2	0	100
Vessel_proc	1	1260	2	0	100
Pipe_proc	1	16	2	0	100
Pipe_proc	1	14	2	0	100
Pipe_proc	1	9	2	0	100

Com os dados de entrada foi possível gerar as falhas dos equipamentos no cenário de ruptura catastrófica, que é a liberação instantânea de todo o inventário calculado no sistema, com duas opções de taxa de vazamento: pequenos vazamentos (0.1 kg/s a 4.0 kg/s) e grandes vazamentos (32.0 kg/s a 40.0 kg/s).

Em princípio, a partir dos dados inseridos, analisou-se individualmente a frequência de falha de cada equipamento presente na aba “*Project*”. Dessa forma comparou-se os resultados obtidos com os resultados existentes na literatura.

Tabela 2 – Comparação das frequências de falhas do simulador (Leak) com a literatura (HSE e BEVI)

	FREQUÊNCIAS DE FALHAS EM UM AEROGERADOR					
	LEAK		HSE		BEVI	
	Pequeno (0.1 kg/s a 4.0 kg/s)	Grande (32 kg/s a 40 kg/s)	Pequeno (0.1 kg/s a 4.0 kg/s)	Grande (32 kg/s a 40 kg/s)	Pequeno (0.1 kg/s a 4.0 kg/s)	Grande (32 kg/s a 40 kg/s)
EQUIPAMENTOS						
Hub (cubo do Rotor)						
Flange (Rotor)	$2,8 \times 10^{-4}$ (ano)	$2,7 \times 10^{-6}$ (ano)	5×10^{-6} (ano)	5×10^{-6} (ano)	-	-
Pipe_proc (Eixo do Rotor)	$2,3 \times 10^{-4}$ (m/a)	0	$1,6 \times 10^{-7}$ (m/a)	$6,5 \times 10^{-9}$ (m/a)	$1,0 \times 10^{-6}$ (m/a)	$1,0 \times 10^{-7}$ (m/a)
Flange_x3 (Entradas do Rotor)	$4,6 \times 10^{-5}$ (ano)	0	5×10^{-6} (ano)	5×10^{-6} (ano)	-	-
NACELE						
Comp_Recipr (Gerador)	$1,7 \times 10^{-2}$ (ano)	$1,4 \times 10^{-4}$ (ano)	$1,2 \times 10^{-2}$ (m/a)	$2,9 \times 10^{-6}$ (ano)	$4,4 \times 10^{-3}$ (ano)	$1,0 \times 10^{-4}$ (ano)
Vessel_proc (Vaso de refrigeração)	$3,3 \times 10^{-4}$ (ano)	$1,9 \times 10^{-5}$ (ano)	$6,0 \times 10^{-6}$ (ano)	$2,0 \times 10^{-6}$ (ano)	$1,0 \times 10^{-4}$ (ano)	$5,0 \times 10^{-6}$ (ano)
Pipe_proc16 (Eixo de saída)	$3,3 \times 10^{-4}$ (m/a)	0	$1,6 \times 10^{-7}$ (m/a)	$6,5 \times 10^{-9}$ (m/a)	$1,0 \times 10^{-6}$ (m/a)	$1,0 \times 10^{-7}$ (m/a)
Pipe_proc14 (Eixo intermediário)	$4,2 \times 10^{-4}$ (m/a)	0	$1,6 \times 10^{-7}$ (m/a)	$6,5 \times 10^{-9}$ (m/a)	$1,0 \times 10^{-6}$ (m/a)	$1,0 \times 10^{-7}$ (m/a)
Pipe_proc9 (Eixo de saída)	$1,1 \times 10^{-3}$ (m/a)	0	$1,6 \times 10^{-7}$ (m/a)	$6,5 \times 10^{-9}$ (m/a)	$1,0 \times 10^{-6}$ (m/a)	$1,0 \times 10^{-7}$ (m/a)
Aerogerador	$1,92 \times 10^{-2}$ (ano)	$1,53 \times 10^{-4}$ (ano)				

Ao analisar as frequências e compará-las percebeu-se que no simulador as frequências para os equipamentos que constituem os eixos presentes na nacele e no rotor, quando a taxa é para grandes vazamentos, são iguais a 0. Para os valores de frequência de falha das flanges no comparativo “BEVI” não constam valores, pois segundo RIVM (2009) a falha nas conexões está incluída na falha dos tubos e não é descrita separadamente.

A partir dos dados de comparação das frequências, Tabela 2, observou-se que, para as taxas de grandes vazamentos, as frequências de falhas são sempre menor que as frequências de falhas para taxas de pequenos vazamentos. Para melhor interpretação dos resultados, define-se que a propabilidade de acontecer uma ruptura catastrófica por uma taxa de pequeno vazamento é superior a uma taxa de grande vazamento, pois comparando-se a uma plataforma petrolífera, a ocorrência de um “*Blowout*” (condição de um poço que está descontrolado, fazendo com que os fluidos de formação estourem na superfície) é severamente menor que a ocorrência de um “*Kick*” (invasão de um poço por fluidos indesejáveis da formação, ou seja, o volume de fluido que é injetado, para o controle da pressão hidrostática do poço, retorna com um volume maior).

Conclusões

Neste trabalho foi apresentada a utilização de uma plataforma computacional para o método de cálculo de frequência de falhas em aerogeradores, tal ferramenta é capaz de modelar a estimativa de falhas utilizadas em atividades petrolíferas. No intuito de validar a utilização do software “*Leak 3.3*” para cálculo de frequência de falha em aerogeradores, compararam-se as frequências obtidas através dessa ferramenta com as fornecidas pela literatura (BEVI e HSE), utilizando-se apenas os dados do projeto de protótipo de uma turbina eólica de eixo horizontal. Todos os resultados obtidos pelo simulador seguiram um padrão similar aos obtidos na literatura, provando que o software atingiu o objetivo proposto, podendo ser usado para efeito didático, levando-se em consideração que o mesmo obteve resultados mais conservadores.

Embora os componentes a serem inseridos na plataforma sejam facilmente obtidos, o desafio maior é a interpretação de seus dados, pois é preciso adaptar os componentes reais aos existentes no software de

forma que atinjam uma maior semelhança. Sendo necessário um maior estudo para determinar o tipo de equipamento característico.

Por fim, como recomendação para trabalhos futuros baseados na plataforma computacional, seria interessante melhorar a adaptação dos componentes a serem inseridos, testar a plataforma em diferentes tipos de turbinas eólicas, para então ser validada em uma situação real em diferentes condições operacionais.

Agradecimentos

Ao Prof. Carlos Enrique de Medeiros Jerônimo e à Universidade Potiguar (UnP) pela parceria para o desenvolvimento da pesquisa.

Referências Bibliográficas

ARAUJO, Danilo Dias. **PROJETO MECÂNICO DE UM AEROGERADOR HORIZONTAL TRIPÁ**. 2015. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

HEALTH SERVICE EXECUTE. **HSE 2012**: Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments. 1 ed. Dublin: Hse, 2012. 96 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/GUIDE 73**: Risk management — Vocabulary. London: Iso Technical Management Board Working Group On Risk Management., 2009. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:guide:73:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 05 maio 2017.

LIMA, Thiago Novelli de Abreu e. **Projeto de um Protótipo de uma Turbina Eólica de Eixo Horizontal**. 2015. 99 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIRONMENT. **RIVM 3.2**: Reference Manual Bevi Risk Assessments. Bilthoven: National Institute Of Public Health And The Environment, 2009. 189 p.

REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA: O aproveitamento da energia eólica. São José dos Campos: Sociedade Brasileira de Física, v. 30, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n1/a05v30n1.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2017.