

PLANO DE TRABALHO DE PESQUISA

1 – IDENTIFICAÇÃO	
Nome do Bolsista Ana Carolina Pereira Garcia	Matrícula 117085135
Título do Programa PRH18-ANP - Setor de Petróleo, Gás, Biocombustíveis e Energias Renováveis	
Título do Curso / Especialização Engenharia Naval e Oceânica	
Instituição Universidade Federal do Rio de Janeiro	Sigla UFRJ
Nome do Orientador (1) Paulo de Tarso T. Esperança	Nome do Orientador (2) Marcelo de Araujo Vitola
2 – TÍTULO DO TRABALHO	
Estimativa de tensão nas linhas de Ancoragem usando Redes Neurais	
3 – INTRODUÇÃO / OBJETIVO (no máximo 1 página)	
<p>A análise dinâmica de linhas de ancoragem devido ao carregamento ambiental (vento, corrente e ondas) requer análises computacionais no domínio do tempo de alto custo computacional. Uma alternativa que vem se desenvolvendo muito nos últimos anos para reduzir o tempo destas análises é a aplicação de redes neurais artificiais (ANN). Assim sendo, o objetivo deste projeto é investigar o potencial do uso de algoritmos de ANN para a previsão da tensão nas linhas de ancoragem nos ensaios realizados no LabOceano, visando desenvolver um sistema para verificação em tempo real das tensões medidas durante os testes realizados no LabOceano</p>	
4 – RELEVÂNCIA DO TEMA / JUSTIFICATIVA (no máximo 1 página)	
<p>A indústria offshore de óleo e gás tem passado por mudanças e, diante das novas tecnologias andam sendo inseridas devida a crescente complexidade dos problemas de engenharia no mar, as redes neurais artificiais se tornaram uma importante ferramenta de aplicação. Do inglês, artificial neural networks (ANN), essas redes são modelos computacionais inspirados no sistema nervoso central humano e são capazes de realizar o aprendizado de máquina (<i>Machine Learning</i>) bem como o reconhecimento de padrões.</p> <p>No mercado offshore, o uso desses algoritmos permite às companhias monitorar complexas operações internas, possibilitando tomada de decisões mais rápidas frente ao surgimento de problemas. Além disso, é possível realizar previsões quanto ao comportamento de algumas estruturas, através de simulações que decodificam seu padrão a fim de testar os potenciais impactos do projeto antes mesmo de implementá-lo.</p> <p>O uso de técnicas de machine learning com aplicação de ANN já provaram conter a mais ampla gama de aplicabilidade, principalmente nos aspectos da engenharia estrutural. As redes neurais tem um grande potencial em auxiliar na análise de design estrutural uma vez que são capazes de performar análises não lineares em passos de tempo consideravelmente grandes. Essas abordagens são de extrema importância para análises dinâmicas, uma vez que se aproximam bastante das complexidades frente ao mar.</p> <p>O LabOceano é um laboratório bastante completo como poucos no mundo. Possui equipamentos de última geração e uma infra-estrutura que permitem ensaios hidrodinâmicos e modelagem numérica de</p>	

sistemas navais e oceânicos, que auxiliam no desenvolvimento de projetos de pesquisa. Sendo assim, uma escolha ideal para a elaboração da pesquisa que se pretende desenvolver. [1]

5 – ESTADO DA ARTE E METODOLOGIA (no máximo 3 páginas)

Estado da Arte – ANN, *Mooring Lines*:

Foram realizadas consultas no *Google Scholar* e, levando em consideração as referências fornecidas pelos orientadores, foram selecionados 4 artigos para análise e embasamento da pesquisa:

[2] O artigo "*Efficient Mooring Line fatigue analysis using a hybrid Method time domain scheme*" Christiansen, Niels & Voie, Per & Høgsberg, Jan & Sødahl, Nils. (2013), evidencia o fato de análises dinâmicas de sistemas de linhas de ancoragem são computacionalmente caros e vem buscando-se alternativas para reduzir esses custos. O estudo apresenta uma nova estratégia para selecionar, arranjar e normalizar os dados de treinamento da rede neural, utilizando um método que combina análise de elementos finitos e redes Neurais Artificiais. O uso de ANN possibilitou em alguns casos a previsão das tensões nas linhas de ancoragem duas vezes mais rápido que uma análise dinâmica completa.

Essa rapidez também pode ser válida para análises de fadiga como apresentado no artigo [3] "*Optimized mooring line simulation using a hybrid method time domain scheme*" Christiansen, Niels & Voie, Per & Høgsberg, Jan & Sødahl, Nils.(2014). A metodologia usada foi um método híbrido combinando análise de elementos finitos e redes neurais artificiais testada em um modelo numérico de linhas de amarração de uma instalação offshore flutuante. A ANN é capaz de simular uma resposta dinâmica não linear, onde pode ser otimizada por um método chamado *Optimal Brain Damage*(OBD), que é capaz de ranquear a importância dos dados que são fornecidos como entrada para a rede. Os dados de entrada da rede podem ser ranqueados de tal forma a analisar sua importância, podendo ser possível estimar o custo de ignorar algumas variáveis de entrada.

[4] No artigo "*Comparison of neural network error measures simulation of slender marine structures*" Christiansen, Niels & Voie, Per & Winther, Ole & Høgsberg, Jan. (2014) é explicitado que o treinamento de uma ANN ajusta os pesos da rede com o objetivo de minimizar uma medida de erro pré-definida. É possível aumentar a performance das redes neurais selecionando e definindo funções de erro sob medida para um objetivo específico. Uma ANN relativamente pequena e compacta, com uma seleção apropriada de dados, pode ser treinada para performar rapidamente simulações dinâmicas de forças de tensão de uma linha de amarração em uma plataforma flutuante, para diferentes estados de mar.

[5] O artigo "*ANN-based surrogate models for the analysis of mooring lines and risers*" Pina, Aloísio & Pina, Aline & Albrecht, Carl & Jacob, Breno. (2013) tem como proposta a redução do tempo das análises utilizando o método dos elementos finitos (FEM), procurando modelos substitutos para as análises dinâmicas não lineares. É proposto o uso de um metamodelo que combina redes neurais com um modelo polinomial chamado NARX utilizando uma pequena amostra inicial gerada por FEM. Foi possível uma redução de vinte vezes no tempo de simulação utilizando como entrada da rede valores de tensão medidos anteriormente. Ainda é sugerida a inclusão de um outro tipo de arquitetura denominada *wavelet neural networks*.

Estado da Arte - Orcaflex:

Se trata de um software de análise dinâmica de sistemas marítimos offshore, com uma infinidade de aplicações através de análises e projetos. O programa oferece uma variedade de opções de pré e pós-processamento, uma interface de usuário e visualização da simulação de trabalho, verificando os erros ao decorrer do projeto. O OrcaFlex também tem a capacidade única de sua categoria a ser usado como uma biblioteca, permitindo uma série de possibilidades de automação e integração com outros softwares.[6]

Metodologia:

Para este estudo a proposta é a aplicação de uma abordagem numérico-experimental para o desenvolvimento de um sistema de predição da tensão nas linhas de ancoragem em tempo real para uso nos ensaios do LabOceano. O projeto proposto está dividido em três fases, na primeira será realizados uma análise numérica de um dos ensaios já realizados no LabOceano utilizando o software Orcaflex, os resultados das simulações serão utilizados para desenvolver e testar a metodologia de ANN. Na segunda fase, a metodologia desenvolvida será aplicada a dados de ensaio já realizados no LabOceano para verificar a capacidade do modelo proposto em dados reais e avaliação de possíveis melhorias. Na última fase a metodologia desenvolvida será convertida num sistema de avaliação em tempo real das tensões nas linhas de ancoragem para uso nos ensaios do LabOceano e se possível testá-la num ensaio.

6 – ETAPAS (no máximo 2 páginas)

Observação:

Realização de pesquisas para construir uma base de informações para o projeto, por meio de leituras e aprofundamento de artigos relevantes no que tange o estudo das linhas de ancoragem com aplicação de redes neurais artificiais, e estudo das ferramentas aplicáveis para a elaboração do mesmo. Curso Online de Redes Neurais Artificiais da plataforma gratuita Udacity (*“Intro to Deep Learning with Pytorch”*), com o objetivo de entender os conceitos básicos, aplicabilidade e treino da programação das redes na linguagem Python (pytorch).

Análise de problemas:

Interpretação de fenômenos hidrodinâmicos conhecidos, investigação das propriedades de uma rede neural e adaptação dos códigos a serem utilizados no sistema, por meio de estudo de suas variantes, com base nos estudos bibliográficos e na aplicação do programa.

Formulação da hipótese:

Determinação das informações básicas necessárias à formulação e implementação do modelo no software Orcaflex. Essa etapa permite uma visão mais teórica de como o sistema será desenvolvido.

Experimentação:

Aplicação do Modelo Orcaflex para estimativas da tensão nas linhas de ancoragem, permitindo a geração de dados que serão usados como entrada para a rede neural. A ANN será treinada com os dados numéricos e deverá entregar boa precisão de estimativa. Então, partiremos para a fase experimental hidrodinâmica, onde será realizada uma simulação com um modelo no tanque do LabOceano. Espera-se que a ANN seja capaz de avaliar em tempo real o sistema.

Teoria:

Elaboração de um projeto final de curso baseado na teoria desenvolvida ao longo de todas as etapas, bem como atualizações feitas posteriormente à cada uma delas.

7 – CRONOGRAMA DE TRABALHO (no máximo 1 página)

Cronograma:

	Trimestre							
	1ª	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8
Revisão Bibliográfica	X	X						
Estudo sobre Rede Neurais	X	X						
Desenvolvimento Modelo Orcaflex	X	X						
Aplicação do Modelo Orcaflex para estimativas da tensão nas linhas de ancoragem		X	X					
Estudo da linguagem para implementação da ANN (pyTorch ou TensorFlow)			X	X				
Implementação do Modelo de ANN e aplicação para os dados numéricos				X	X			
Aplicação do Modelo para dados experimentais					X	X		
Desenvolvimento do sistema de avaliação em tempo real				X	X	X	X	
Aplicação do modelo a um ensaio					X	X	X	
Redação de relatórios		X	X	X	X	X	X	X

8 – DISCIPLINAS DA ESPECIALIZAÇÃO (listar as disciplinas complementares obrigatórias para o PRH-ANP que pretende cursar)

EEN604 – Tecnologia Sistemas Oceânicos III
 EEN589 – Projeto de Sistemas Offshore I
 EEN633 – Projeto de Sistemas Offshore II
 EEN661 – Hidrodinâmica de Sistemas Oceânicos I
 EEN662 – Hidrodinâmica de Sistemas Oceânicos II
 EEN597 – Tópicos Especiais em Engenharia Naval

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Laboratório de Tecnologia Oceânica (2020). LabOceano. Disponível em <<http://www.laboceano.coppe.ufrj.br/>>
- [2] Christiansen, Niels & Voie, Per & Høgsberg, Jan & Sødahl, Nils. (2013). Efficient Mooring Line Fatigue Analysis Using a Hybrid Method Time Domain Simulation Scheme. Proceedings of the International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering - OMAE. 1. 10.1115/OMAE2013-10682.
- [3] Christiansen, Niels & Voie, Per & Høgsberg, Jan & Sødahl, Nils. (2014). Optimized Mooring Line Simulation Using a Hybrid Method Time Domain Scheme. Proceedings of the International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering - OMAE. 1. 10.1115/OMAE2014-23939.

PRH-ANP/MCT nº

[4] Christiansen, Niels & Voie, Per & Winther, Ole & Høgsberg, Jan. (2014). Comparison of Neural Network Error Measures for Simulation of Slender Marine Structures. Journal of Applied Mathematics. 2014. 1-11. 10.1155/2014/759834.

[5] Pina, Aloísio & Pina, Aline & Albrecht, Carl & Jacob, Breno. (2013). ANN-based surrogate models for the analysis of mooring lines and risers. Applied Ocean Research. 41. 76–86. 10.1016/j.apor.2013.03.003.

[6] OrcaFlex – World-leading software that goes beyond expectation (2020). Orcina. Disponível em <<https://www.orcina.com/orcaflex/>>

[7] Exploring the impact of artificial intelligence on offshore oil and gas (2019). Ali, Umar. Disponível em <<https://www.offshore-technology.com/features/application-of-artificial-intelligence-in-oil-and-gas-industry/>>

[8] HAYKIN, Simon.(2001). Redes neurais: princípios e prática. trad. Paulo Martins Engel. - 2.ed. - Porto Alegre: Bookman.

10 – OBSERVAÇÕES PERTINENTES (por exemplo recursos financeiros envolvidos etc)

Local	Data
Rio de Janeiro	03 / 11 / 2020