



**CONFORME SOLICITAÇÃO DO AUTOR, ESTA  
PRODUÇÃO INTELECTUAL POSSUI  
RESTRIÇÃO DE ACESSO**

**CAXIAS DO SUL  
2018**

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ELIELTON GRZEÇA**

**REDES NEURAIIS APLICADAS NA PREVISÃO DAS TAXAS DE AFRETAMENTO  
POR TEMPO DE *PLATFORM SUPPLY VESSELS* NO BRASIL**

**BENTO GONÇALVES**

**2020**

**ELIELTON GRZEÇA**

**REDES NEURAIIS APLICADAS NA PREVISÃO DAS TAXAS DE AFRETAMENTO  
POR TEMPO DE *PLATFORM SUPPLY VESSELS* NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Alexandre Mesquita

**BENTO GONÇALVES**

**2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade de Caxias do Sul  
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

G895r Grzeça, Elielton

Redes neurais aplicadas na previsão das taxas de afretamento por tempo de *Platform Supply Vessels* no Brasil [recurso eletrônico]/ Elielton Grzeça. 2020.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2020.

Orientação: Alexandre Mesquita.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Contratos de afretamento. 2. Redes neurais (Computação). 3. Indústria petrolífera. 4. Logística. I. Mesquita, Alexandre, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 658.788

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)  
Paula Fernanda Fedatto Leal - CRB 10/2291

**ELIELTON GRZEÇA**

**REDES NEURAIS APLICADAS NA PREVISÃO DAS TAXAS DE AFRETAMENTO  
POR TEMPO DE *PLATFORM SUPPLY VESSELS* NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

**Aprovado em**

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Alexandre Mesquita  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Gabriel Vidor  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Leonardo Dagnino Chiwiacowsky  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. André Luis Korzenowski  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Prof. Dr. Marcelo Oliveira de Souza  
Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS

A Deus. Aos meus pais, à minha irmã, e à minha namorada. Todos fundamentais na minha vida e que sempre estiveram me apoiando em cada novo desafio.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser a base das minhas conquistas.

Aos meus pais Milton e Márcia, e à minha irmã Karina, por todo carinho, suporte e compreensão.

À minha namorada Thaís, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e acreditando no meu potencial.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Mesquita e ao coordenador da pesquisa Prof. Dr. Gabriel Vidor, pela confiança em mim depositada e por orientarem este trabalho com sabedoria.

Ao Prof. Dr. Leonardo Dagnino Chiwiacowsky, por todas as sugestões de melhorias que engrandeceram este trabalho.

Ao Prof. Dr. André Luis Korzenowski e ao Prof. Dr. Marcelo Oliveira de Souza, pela disponibilidade em avaliar esta dissertação.

Ao Prof. Rodrigo Biasuz, por todo auxílio no desenvolvimento dos algoritmos em Python.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pela oportunidade do desenvolvimento deste trabalho.

Ao corpo Docente e funcionários da Universidade de Caxias do Sul, por toda a dedicação e suporte.

Aos amigos e colegas de estudo e pesquisa, pelo apoio e compartilhamento de conhecimentos em toda essa caminhada.

À Petróleo Brasileiro S.A., pelo auxílio financeiro que foi de extrema importância para o desenvolvimento desta pesquisa.

*“O grande risco é não assumir nenhum risco. Em um mundo que muda, de verdade, rapidamente, a única estratégia com garantia de fracasso é não assumir riscos.”*

*Mark Zuckerberg*



## RESUMO

Durante o processo de exploração e produção de uma bacia petrolífera *offshore*, além da movimentação do petróleo e derivados, são movimentados os mais diferentes suprimentos necessários à manutenção das atividades. Para prover essa demanda, embarcações do tipo *Platform Supply Vessels* (PSV) compõem a maior parte da frota brasileira de embarcações de apoio às unidades marítimas. Devido aos altos custos associados às taxas de afretamento destas embarcações, petrolíferas devem considerar estratégias de contratos para se tornarem flexíveis às variações de cenários do mercado, para assim alcançarem um diferencial competitivo. Por conseguinte, a previsão de taxas futuras dos contratos de afretamento tem um papel fundamental. Este estudo apresenta um comparativo do desempenho de diferentes Redes Neurais Artificiais aplicadas nas previsões de taxas de afretamento de contratos por tempo de embarcações PSV no Brasil, considerando fatores associados à sua volatilidade. Nesta dissertação, foram utilizadas 53 variáveis independentes associadas ao mercado *offshore* nas previsões das taxas de afretamento, e comparados os resultados com previsões utilizando um número reduzido de variáveis através do método de seleção de variáveis com Regressão por Mínimos Quadrados Parciais (PLS). Com a seleção das variáveis de maior importância, foi possível reduzir o número de fatores para 10 nos dois modelos de estudo, para após comparar os resultados com três diferentes redes neurais. Como resultado, obteve-se um melhor desempenho e maior aderência em previsões utilizando Redes Neurais com Memórias de Longo-Curto Prazo (LSTM) em todos os modelos, quando comparada às redes neurais tradicionais na literatura, como as de Função de Base Radial e *Perceptron* Multicamadas. Também pode-se constatar que em quatro dos seis modelos de predição avaliados, a utilização de técnicas de seleção das variáveis de maior importância apresentou não só redução na complexidade do modelo como também apresentou reduções no Erro Percentual Médio Absoluto. Nas previsões das taxas de afretamento utilizando redes LSTM obteve-se erros inferiores a 3% para as duas classificações de capacidade de embarcações PSV estudadas, com um coeficiente de determinação de 84% no melhor caso.

**Palavras-chave:** Redes Neurais Artificiais. Memórias de Longo-Curto Prazo. *Platform Supply Vessel*. Taxas de Afretamento. Regressão por Mínimos Quadrados Parciais. Previsão de Séries Temporais. Seleção de Variáveis.

## ABSTRACT

During the exploration and production process of an offshore oil basin, in addition to the movement of oil and its derivatives, are moved the most different supplies used to maintain these activities. To supply this demand, the majority of the Brazilian fleet of support maritime units is made up of Platform Supply Vessels (PSV). Due to high costs associated with the charter rates of these vessels, oil companies must consider contracts strategies to become flexible to variations in market scenarios, in order to achieve a competitive advantage. Therefore, the future rates forecasting for charter contracts has a fundamental role. This study presents a comparison between different Artificial Neural Networks performances applied in the prediction of Term Charter Rates for PSV contracts in Brazil, considering factors associated with their volatility. In this master thesis, 53 independent variables associated with the offshore market were used in the charter rate forecasts, and the results were compared with forecasts using a reduced number of variables through the method of variable selection with Partial Least Squares Regression (PLS). With the selection of the most important variables, it was possible to reduce the factors' number to 10 in the two study models, after comparing the results with three different neural networks. As a result, better performance and greater adherence to forecasts were obtained using Neural Networks with Long Short-Term Memory (LSTM) in all models, when compared to traditional neural networks in the literature, such as Radial Base Function and Multilayer Perceptron. It was also possible to verify that in four of the six evaluated prediction models, the use of techniques of variables selection of greater importance presented not only a reduction in the model complexity, but also a reduction in the Mean Absolute Percentage Error. In the charter rates forecasts using LSTM networks, errors of less than 3% were obtained for the two classifications of PSV vessel capacity studied, with a coefficient of determination of 84% in the best case.

**Keywords:** Artificial Neural Networks. Long Short-Term Memory. Platform Supply Vessel. Term Charter Rate. Partial Least Squares Regression. Time series forecast. Variables Selection.