

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
CENTRO DE INFORMÁTICA
2016.2

**Utilização de Redes Neurais Artificiais para estimativa
da velocidade do vento e Certificação de Curva de
Potência em Turbinas Eólicas**

Proposta de Trabalho de Graduação

Aluno: Pedro Henrique Rosendo Diniz
Orientador: Fernando da Fonseca de Souza

Recife, 16 de Setembro de 2016

1. Resumo

Nos últimos anos a utilização de fontes de energia renováveis, em especial a eólica, vem crescendo e atraindo cada vez mais investimentos. Para atender metas climáticas globais de desenvolvimento sustentável, o investimento em energias renováveis deve duplicar até 2020 e mais do que triplicar até 2030, de acordo com novo relatório da Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA)¹. A disponibilidade desse tipo de energia depende da velocidade do vento, que é bastante variável. A estimativa desta grandeza é um fator de grande relevância para operadores de usinas eólicas. Este trabalho propõe um método para o cálculo da estimativa da velocidade do vento e certificação de curva de potência em turbinas eólicas utilizando redes neurais artificiais (ANN)[1] em conjunto com software de simulação de fluidos baseado nos dados de torres de medições anemométricas do parque eólico e de produção de energia dos aerogeradores.

2. Contextualização

Um parque eólico é constituído de vários aerogeradores dependendo da potência instalada. Torres anemométricas são instaladas no parque a fim de medir grandezas meteorológicas (temperatura, umidade, pressão, velocidade e direção do vento, entre outras) com o objetivo de facilitar o monitoramento das turbinas e do parque em si.[2]

A curva de potência (CP)[3] de um aerogerador tem como finalidade indicar a potência gerada em função da velocidade do vento na altura do eixo do rotor da turbina. Para a estimativa de produção de energia são consideradas turbinas com curva de potência certificada/medida conforme norma IEC 61400-12² (*Power performance measurements of electricity producing wind turbines*) por meio de instituições credenciadas. Segundo a norma, para certificar um parque eólico por completo é necessário apenas certificar um único aerogerador. Em outras palavras, o desempenho do aerogerador testado é estendido para os outros aerogeradores do parque eólico. Outra forma atual de estimativa de produção de energia é utilizar a CP do fabricante do aerogerador garantida de forma contratual.

¹ Unlocking Renewable Energy Investment: The role of risk mitigation and structured. Acessível em: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Risk_Mitigation_and_Structured_Finance_2016.pdf

² Wind turbines - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines. Acessível em: <https://webstore.iec.ch/publication/5429>

Contudo, o desempenho de um aerogerador pode ser afetado por vários motivos, por exemplo: falta de manutenção, erro na instalação, manutenção feita de forma errada, má fabricação, entre outros. Portanto, seria interessante ao produtor do parque ter a possibilidade de certificar de forma contínua e individual a curva de potência dos aerogeradores instalados a fim de otimizar a produção e gerenciar possíveis riscos.

3. Objetivo

O objetivo geral deste trabalho de graduação é propor um método para o cálculo da estimativa da velocidade do vento e certificação de curva de potência em turbinas eólicas utilizando redes neurais artificiais (ANN) em conjunto com software de simulação de fluidos baseado nos dados de torres de medições anemométricas do parque eólico e de produção de energia individual oriundos dos sistemas de comunicação dos aerogeradores.

Este método será utilizado para monitoramento da CP de um aerogerador de forma contínua e individual com objetivo de melhorar a eficiência e eficácia da geração de energia por meio de fontes renováveis.

Também será feita uma análise da eficácia da rede neural utilizada, comparando determinadas métricas estatísticas com diferentes configurações da rede neural.

4. Cronograma

Atividades	Agosto			Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro			
Levantamento do estado da arte e definição do escopo	X	X	X	X	X														
Implementação dos algoritmos				X	X	X	X	X	X										
Testes e experimentos								X	X	X	X								
Análise dos resultados										X	X	X	X						
Elaboração do relatório				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Preparação e defesa															X	X	X		

5. Possíveis avaliadores

- Germano Crispim Vasconcelos

6. Proposta de Estrutura do Trabalho

1. **Introdução:** Nesta seção serão apresentados os objetivos e a motivação do Trabalho de Graduação, bem como uma visão geral da estrutura do trabalho.
2. **Fundamentação teórica:** Nesta seção serão abordados conceitos e termos técnicos da área de energia eólica, meteorologia e redes neurais que serão necessários para o entendimento do trabalho.
3. **Trabalhos Relacionados:** Este capítulo abordará exemplos de trabalhos relacionados com certificação de curva de potência e estimativa de vento em parques eólicos utilizando redes neurais.
4. **Método Proposto:** Neste capítulo será exposto o método proposto, onde será descrita a estratégia utilizada.
5. **Experimentos:** Nesta seção serão descritos os detalhes (dados, ambiente, configuração, entre outros) dos experimentos realizados.
6. **Resultados:** Neste capítulo serão apresentados os resultados dos experimentos, bem como as estatísticas (erro absoluto, RMSE, entre outros) para análise de desempenho da rede neural utilizada.
7. **Conclusões:** Por fim, serão mostradas as conclusões e possíveis trabalhos futuros.
8. **Referências**

7. Referências

- [1] MACKAY, D. J. C. **Information Theory, Inference, and Learning Algorithms**. Cambridge, Reino Unido: Cambridge Univ. Press, 2003, p. 468
- [2] European Wind Energy Association. **Wind Energy - The Facts: A guide to the technology, economics and future of wind power**. Londres, Reino Unido: Earthscan, 2009.
- [3] GASCH, R.; TWELE, J. **Wind Power Plants: Fundamentals, Design, Construction and Operation**. 2ª edição - Berlim, Alemanha: Springer-Verlag, 2012.

8. Assinaturas

Pedro Henrique Rosendo Diniz
Orientando

Fernando da Fonseca de Souza
Orientador

Recife, 16 de setembro de 2016