

**Relatório de Validação do Módulo 2
do Modelo de Previsão de Geração
Eólica
Versão 1.0.1**

Junho de 2018

Conteúdo

1	Introdução _____	3
2	Objetivo _____	3
3	Validação do Módulo 2 do Modelo de Previsão de Geração Eólica _____	4
4	Conclusões _____	4
5	Recomendações _____	4
6	Etapas do trabalho de validação da versão 1.0.1 do Módulo 2 do Modelo de Previsão de Geração Eólica _____	5
7	Descrição das alterações da versão no processo de validação _____	5
8	Relação dos testes de validação _____	7
9	Resultados dos testes de validação _____	9
10	Participantes do processo de validação da versão 1.0.1 do Módulo 2 do modelo de previsão de geração eólica _____	9

1 Introdução

A crescente expansão da capacidade instalada de usinas eólicas, especificamente nas regiões Nordeste e Sul do Brasil, impuseram ao ONS duas necessidades: aperfeiçoar os estudos elétricos para fazer face à geração de alta variabilidade e prever com a necessária precisão a geração de fonte eólica para a programação diária e operação em tempo real, de forma a reduzir a necessidade de reserva de potência operativa e possibilitar o melhor uso dos recursos.

O desenvolvimento do modelo de previsão de geração eólica foi iniciado em março de 2016, com o objetivo inicial de prover, até o final de 2016, a previsão de geração de fonte eólica para a programação diária do Subsistema Nordeste. Em 2017, o desenvolvimento ficou voltado para o Tempo Real e para o subsistema Sul.

No levantamento de informações, verificou-se que os dados de usinas eólicas estavam distribuídos em diversas instituições: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e o próprio ONS. Sendo assim, foi constituída uma Base de Dados de Eólicas unificada com todos os dados necessários para o desenvolvimento do modelo de previsão de geração eólica.

2 Objetivo

A previsão de geração eólica a cada meia hora é insumo para o modelo DESSEM. Esta informação é provida pelo modelo de previsão desenvolvido pelo ONS. Visando atender o processo de implantação deste modelo, o ONS convidou seus agentes associados a participar da Força-Tarefa do Modelo de Previsão de Geração Eólica, desenvolvido pelo ONS, para validação do Módulo 2 deste modelo, que recebe as funções de transformação de vento em potência e as previsões de vento de cada provedor já ajustadas, e tem como saída as previsões de geração por usina para agrupamento nas respectivas barras da rede elétrica representada no modelo DESSEM.

Este relatório tem por objetivo apresentar os resultados dos testes realizados no processo de validação da versão 1.0.1 do Módulo 2 do modelo de previsão de geração eólica. Conforme pode ser observado na seção 7 (Relação dos testes de validação), neste processo de validação foram feitos os testes de validação operacional. Não é escopo da Força Tarefa a avaliação qualitativa dos resultados frente aos dados reais. Esta análise de performance do modelo foi apresentada na terceira reunião, bem como

incluída no documento "Desenvolvimento Metodológico para Previsão de Geração de Fonte Eólica.pdf", anexo a este relatório.

3 Validação do Módulo 2 do Modelo de Previsão de Geração Eólica

Devido ao processo de implantação do modelo DESSEM, viu-se a necessidade de validação do modelo junto aos agentes do setor. O ONS aguardou que a CPAMP definisse a possibilidade de divulgação dos dados históricos de vento de todas as usinas eólicas, o que condicionaria a forma de validação e divulgação de dados para a reprodutibilidade dos resultados do modelo. Em reunião realizada no dia 29/3/2018, a CPAMP definiu o seguinte: "Sobre o modelo de previsão de geração eólica, foi deliberado que, até a operacionalização de um banco público de dados anemométricos, será disponibilizada a função de transformação de vento em potência por grupos de usinas e o vento previsto de cada provedor. Destacou-se, ademais, que a operacionalização de banco público de dados anemométricos deve ser priorizada."

A partir dessa orientação, foi criada a Força-Tarefa de validação do Módulo 2 do modelo de previsão de geração eólica, coordenada pelo ONS, contando com a participação dos agentes, da CCEE e EPE.

4 Conclusões

Com os testes elaborados com a versão 1.0.1 do Módulo 2 do Modelo de Previsão de Geração Eólica, os participantes da FT-Eólica não observaram problemas que desaconselhem o uso desta versão para previsão de geração de fonte eólica como insumo do modelo DESSEM com vistas a elaborar o despacho hidrotérmico, política de intercâmbio e Custos Marginais de Operação (CMO) voltados para a Programação Diária do ONS e cálculo do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) por submercado.

5 Recomendações

Recomenda-se criar indicadores que quantifiquem a incerteza ou variação da previsão de geração eólica em MW.

Adicionalmente, recomenda-se à FT-DESEM que os impactos dos desvios observados no modelo de previsão de geração eólica sejam continuamente avaliados no modelo DESSEM.

6 Etapas do trabalho de validação da versão 1.0.1 do Módulo 2 do Modelo de Previsão de Geração Eólica

A validação foi realizada em etapas sucessivas, conforme descrito a seguir:

Etapas	Data	Assunto
1ª Reunião	24/abril/18	Apresentação da estrutura básica do Modelo de Previsão de Geração de Fonte Eólica, arquivos de entrada e execução do Módulo 2 (Alvo da validação) Apresentação da Metodologia do Modelo de Previsão de Geração de Fonte Eólica Apresentação de uma proposta de caderno de testes
2ª Reunião	22/maio/18	Apresentação dos possíveis ajustes no modelo da versão 1.0.0 Apresentação dos resultados dos testes do caderno de testes com a versão 1.0.0 do módulo 2 Leitura da Ata da reunião do dia 24/04/2018 Leitura da Ata da reunião do dia 22/05/2018 Apresentação das alterações no modelo da versão 1.0.0 para a versão 1.0.1
3ª Reunião	21/junho/18	Apresentação do desempenho do Modelo de Previsão de Geração de Fonte Eólica desde sua entrada em operação no ONS em início de 2017 Apresentação dos resultados dos testes do caderno de testes com a versão 1.0.1 do módulo 2 Apresentação do Relatório de Validação da versão 1.0.1

7 Descrição das alterações da versão no processo de validação

Com base nos testes do caderno de testes realizados pelos agentes envolvidos na FT-EOLICA para validação da versão 1.0.0 do Módulo 2 do modelo de previsão de geração eólica desenvolvido pelo ONS, foram identificadas algumas correções e sugestões de melhorias no modelo, que foram acatadas e implementadas, visando deixar a execução do Módulo 2 mais robusta.

Tais modificações deram origem à versão 1.0.1 do Módulo 2, que contempla os seguintes ajustes:

Nº da Alteração	Descrição da alteração
1	Correção da equação Vento x Potência que se encontra dentro da função Gera_Previsoes_Eolicas.R . A variável Gmin estava entre parênteses de forma equivocada. Como o valor assumido dessa

	<p>variável era sempre zero, não causa diferença nos resultados, entretanto, a correção é necessária.</p>
2	<p>Limitação da previsão de geração eólica por pontos, quando houver violação da potência instalada.</p> <p>Gerar uma previsão zerada, quando vento previsto corrigido for zerado. As alterações se deram na função Gera_Previsoes_Eolicas.R.</p> <p>As curvas Vento x Potência ficam inalteradas, porém a previsão nunca viola a potência instalada.</p>
3	<p>Eliminação das bibliotecas desnecessárias para o Módulo 2.</p> <p>Criação de mecanismo de automatização da instalação e carregamento das bibliotecas necessárias.</p>
4	<p>Criação de mecanismo de identificação automática de diretório de trabalho principal. Sendo assim, o modelo pode ser executado em qualquer diretório.</p> <p>Foram realizadas alterações na BAT e do código em R. A BAT sofre alterações e passa a capturar o diretório em que se encontra o modelo. O algoritmo Codigo_Modulo2 terá algumas linhas alteradas, com leitura automática do diretório.</p>
5	<p>Adequação do cabeçalho do arquivo, que contém as curvas Vento x Potência, de forma a coincidir com as variáveis da equação.</p>
6	<p>Remoção dos valores de vento previsto corrigido para dias de horizonte que os modelos não são considerados.</p> <p>Transformações de valores de ventos corrigidos negativos em valores nulos.</p> <p>Obs.: Essas alterações estão relacionadas ao Módulo 1.</p>
7	<p>Alteração do arquivo Tempo Simulacao Modulo 2.txt, de forma a inserir a data que o modelo está sendo executado.</p>

8 Relação dos testes de validação

No processo de validação da versão 1.0.1 do Módulo 2 do modelo de previsão de geração eólica foram realizados os tipos de testes indicados a seguir:

Tipo de teste	Objetivo do teste
Validação	Verificação da capacidade do modelo acessar os dados de entrada, e fornecer de corretamente o resultado.
Operacional	Verificação da execução do modelo com o conjunto de dados e código fonte enviados.

A seguir, serão descritos os testes que foram realizados pela FT-EOLICA, para validação do Módulo 2 do modelo de previsão geração de fonte eólica desenvolvido pelo ONS.

Teste	Tipo	Descrição	Executor
1	Operacional	Executar o arquivo Executa_Previsao.bat e verificar se o módulo 2, Codigo_Modulo2.R foi executado.	ONS VOLTALIA PETROBRÁS CPFL NEOENERGIA CCEE SERVENG BRENNAD
2	Operacional	Executar o arquivo Codigo_Modulo2.R e verificar se os arquivos, previsões por pontos, previsões por usinas e tempos simulação foram gerados corretamente.	ONS VOLTALIA PETROBRÁS CPFL NEOENERGIA CCEE
3	Operacional	Verificar uma possível alteração do arquivo Executa_Previsao.bat , afim de executar o deck do módulo 2 com outra versão do R.	ONS VOLTALIA PETROBRÁS CPFL NEOENERGIA CCEE BRENNAD SERVENG

Teste	Tipo	Descrição	Executor
4	Validação	Alterar um ou mais arquivos da pasta Vento Previsto Corrigido e observar se os resultados das previsões por pontos e por usinas estão coerentes com as alterações.	ONS VOLTALIA PETROBRÁS CPFL NEOENERGIA CCEE BRENNAD
5	Validação	De posse das curvas Vento x Potência e dos ventos corrigidos por modelo meteorológico. Reproduzir, em outro software, as previsões de geração eólica por modelo para um ou mais pontos. Espera-se que os resultados sejam iguais aos do código em R.	ONS VOLTALIA PETROBRÁS CPFL NEOENERGIA CCEE CHESF BRENNAD SERVENG
6	Validação	Construir graficamente as 48 curvas Vento x Potência, de um ou mais pontos. Criando vetor de dados de vento e calculando a geração.	ONS VOLTALIA PETROBRÁS CPFL NEOENERGIA CCEE ELETRONORTE BRENNAD SERVENG
7	Validação	De posse dos fatores de combinação e das previsões de geração eólica, por pontos e por modelo meteorológico. Reproduzir, em outro software, as previsões de geração eólica combinada, de um ou mais pontos. Espera-se que os resultados sejam iguais aos do código em R.	ONS VOLTALIA PETROBRÁS CPFL NEOENERGIA CCEE ELETRONORTE BRENNAD SERVENG
8	Validação	De posse dos fatores de separação e das previsões de geração eólica, por pontos e por modelo meteorológico, incluindo o combinado, reproduzir, em outro software, as previsões de geração eólica por modelo e por usinas. Espera-se que os resultados sejam iguais aos do código em R.	ONS VOLTALIA PETROBRÁS CPFL NEOENERGIA CCEE BRENNAD SERVENG

9 Resultados dos testes de validação

Os testes de validação, descritos nos relatórios em anexo, apresentaram resultados conforme esperado e foram aprovados pela FT-EOLICA.

10 Participantes do processo de validação da versão 1.0.1 do Módulo 2 do modelo de previsão de geração eólica

Nome	Empresa
Francine Martins Pisni	ABEEólica
Francisco Silva	ABEEólica
Rafael Mamoru Hotta	AES tietê energia
Wagner Galichio	AES tietê energia
Diego Donegá Sanches	Aliança ger.energia
Flávio Orlando Barsato Guimarães	Aliança ger.energia
João Coelho	America
Mayara Miqueletti de Lima	Atlantic
Debora Lacorte	Atmo
Edgar F. Franco Jr	Atmo
David Vanlvanee	Brasil ventos
Amanda Salviano	Brennand energia
Maria Eugênia Santos	Brennand energia
Marie Anne de Quéiroz Neves	Brennand energia
José Guilhermino dos Jr	Brennand eólica
Luis Fenando Negrão	Brennand eólica
Charleston Stelle	Brookfield
Gabriel Freitas Santos	Brookfield
Priscila Rochinha Lino	Brookfield
Rodrigo Azambuja	CCEE
Henrique Nunes Braga	Cemig
José Francisco M. Pessanha	Cepel
Claudia Regina B. Melo	Chesf
Eduardo de A. Sodré	Chesf
José Bione de Melo Filho	Chesf
Safira Mergulhão	Chesf
Tiago Oliveira de Medeiros	Chesf
Rômulo Camargo	Copel
João Marcos Lima	Copel G-&t
Mônica de S. Zambelli	CPFL

Nome	Empresa
Joyce Michelle	CPFL geração
João Ricardo Neves	CPFL Renováveis
Sandra Kise Uehara	Ctg Brasil
Roberta Takeuchi	Cubico
Gabriel Lima	Cver
Gabriel Lima	Cver
Fernando H.T. Borborema	EDP
Rafael Rigamonti	Eletobras
Renato Santos De Almeida	Eletobras
Fabiano Salomão De Oliveira	Eletobras
Maria Teresa Chico Riveira	Eletronorte
Breno Tores Meyer	Eletrosul
Júlio Guido Signoretti Junior	Eletrosul
Marco Marques Dias	Eletrosul
Sergio Augusto Costa	Emd Brasil
Pedro Souza Simon	Enel
Arthur de Castro Brigatto	Eneva
Brigida U. Decler	Engie
Frederico Taves	Engie
Gabriel Aurélio de Oliveira	Engie
Paulo Henrique Mendes da Silva	Engie
Flávio a. F. Rosa	Epe
Gustavo B. M. de Souza	Epe
Leandro Andrade	Epe
Paula Bouzón Bragagnolo	ESBR
Murilo P. Soares	Flow Eneria
Ana Lúcia Sabóia	Furnas
Felipe de Avergá F. Caseira	Furnas
Guilherme Loureiro	Furnas
Guilherme Lovareiro	Furnas
Beatriz Cotia	Hydro energia
Fernanda Silva do Vale	Hydro energia
Mariana Cunha Gil	Hydro energia
Yoshi Ari Sakagami	IFSC
Mário C.Gameiro de Moura Filho	Krama energia
Danilo Marques C. da Silva	Light
Flávia Aguiar Fontanet	Neoenergia
Gabriela Joly	Neoenergia

Nome	Empresa
Juliana Gomes de Oliveira	Neoenergia
Laura Keiko Gunn	Neoenergia
Lucas Maia	Neoenergia
Maria Eduarda Teixeira	Neoenergia
Pedro Henrique Silva Cid	Neoenergia
Rachel Marcato	Neoenergia
Rodrigo Hintz Ribeiro	Neoenergia
Lucas Borges Picarelli	Norte energia
Wesley Pavan	Nova energia
Daniela Siqueira	Omega
Thiago Degola	Omega
Alessandra Maciel	ONS
Andreza Souza Andrade	ONS
Djalma Nascimento da Silva	ONS
Luana F. G. Paiva	ONS
Roberto Carlos de Souza Jr	ONS
Simone Prado	ONS
Viviane B. Coelho	ONS
Alessandro F. D. Dutra	Petrobras
Ezequiel Costa Malateaux Silva	Petrobras
Liana Nogueira Levy	Petrobras
Rodrigo Dias	Petrobras
Mateus Tolentino Gonçalves	Prime Energy
Renato Dias Ferreira	Prime Energy
Marcel S. Ganelie	Qs energia
Leonardo Diogo de Aovino Silva	Queiroz Galvão energia
Eduardo Miklos	Renova
Andressa S. dos Santos	Rio energy
Sergio Ezequiel Teixeira	Serveng
André Luiz Teixeira Felber	Servtec
Cecília Sequetto Lupatini	Sofira Energia
Ana Luiza Meurer	Statkraft
Daniel Gil Lúcio	Statkraft
Mauricio César Costa	Statkraft
Robson Guimarães da Silva	Statkraft
Patrícia Moniz de Arruda	Thymos
Ariane Teixeira Klingelfus	Tradener
João Gabriel de Farias	UFSC

Nome	Empresa
Monica Nassar Machuca	UFSC
Bernardo Vicente de Oliveira	Vale S.A
Alessandra Zancopé	Valora
Andrea S. Blatt	Voltaia
Danilo Reis	Voltaia
Jun Fujise	Voltaia
Arlton Coutinho	Votorantim Energia
Gilberto D. Bernardo Júnior	Way2
Ana Carolina Nóbile Tomaziello	Wx energy