

**Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento com o Operador
Nacional do Sistema – ONS**

***Road map* para o Desenvolvimento de um Sistema de
Previsão de Produção Eólica**



INESC TEC

TECNOLOGIA E CIÊNCIA
LABORATÓRIO ASSOCIADO

COORDENADO POR
INESC PORTO

***ROAD MAP* PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE PREVISÃO DA PRODUÇÃO EÓLICA**

por

Marco Saran

Jean Sumaili

Joana Mendes

Ricardo Bessa

Mauro Rosa

Vladimiro Miranda

Relatório ONS-PP 05/2011

30 de Novembro 2011

SUMÁRIO

O presente relatório tem como objetivo apresentar uma proposta de *Road map* para o desenvolvimento de procedimentos e modelos de previsão de potência e integração dos novos conceitos em outros modelos ao dispor do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) do Brasil.

A necessidade de um *Road map* deriva da complexidade e multiplicidade de características que a questão da previsão e integração de potência eólica implica.

A previsão não é um fim em si. Ela deve servir os objetivos e poder integrar os sistemas de decisão do ONS. Ela é importante no contexto da operação e do planejamento da operação, que serão os focos do presente relatório e do *Road map* proposto. A previsão de geração eólica para fins de planejamento da expansão do sistema requer conceitos totalmente distintos e não será abordada.

O *Road map* é construído com base numa lista de tarefas e na proposta de sequências de desenvolvimento. Procurou-se identificar todas as tarefas relevantes, tendo em conta o progressivo aumento da integração de geração eólica no sistema brasileiro.

Um diagrama para o plano geral de desenvolvimento do sistema de previsão de produção eólica e, em seguida, um *Road map* com maior detalhamento serão apresentados.

Em termos globais, podem ser identificadas algumas fases importantes:

1. Uma fase de definições de tipologia de dados, normas de comunicação, procedimentos;
2. Uma fase de desenvolvimento gradual de módulos de previsão, com complexidade crescente;
3. Uma fase de desenvolvimento de novos modelos de decisão.

Os sistemas de previsão necessários são diferenciados pela área para a qual fazem a integração e previsão da produção eólica, sendo:

1. Módulos de previsão individual por parque eólico: onde o resultado da previsão é a produção total para um único e específico parque eólico;
2. Módulos de previsão da injeção em um nó específico da rede de transmissão: cujo resultado será a composição da produção total dos parques eólicos que estão conectados àquele mesmo nó do sistema;
3. E, por fim, módulos de previsão de produção eólica regional: capazes de executar a previsão de produção de toda uma região específica, contendo diversos parques eólicos.

O processo de previsão mais relevante para o ONS será o segundo, correspondendo à previsão de injeção nodal. Os restantes são complementares. O desenvolvimento destes sistemas encontra afinidades mútuas e a experiência ganha em um deles beneficia os restantes, mas não se trata em rigor do caso de haver uma sequência obrigatória de desenvolvimento.

Dentro de cada módulo podem encontrar-se submódulos, relativos ao horizonte temporal de previsão. Seguindo a organização comum internacionalmente, identifica-se a necessidade de sistemas para muito curto prazo e curto prazo, correspondendo a horizontes até 6 horas e de 6 horas até três dias (podendo estender até cinco dias).

Nos capítulos seguintes, são apresentados diagramas da efetivação do uso destes sistemas de previsão dentro dos procedimentos de planeamento e operação do ONS, nomeadamente o planeamento de curto prazo, a programação diária e a supervisão.

Logo depois terá lugar um detalhamento do *Road map*, para pormenorizar de forma direta e objetiva os diagramas, passos e procedimentos para o desenvolvimento e efetivação dos sistemas previsores de produção eólica no ONS.

Em anexo segue uma síntese sobre previsão de produção eólica, em termos simples, com a ideia de constituir material básico de referência em português sobre o tema.

ÍNDICE

SUMÁRIO	3
ÍNDICE	5
1. ROAD MAP PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PREVISÃO DE PRODUÇÃO EÓLICA - APRESENTAÇÃO GRÁFICA	7
1.1. Introdução	7
1.2. Representação Esquemática do <i>Road Map</i>	Erro! Indicador não definido.
2. DETALHAMENTO	Erro! Indicador não definido.
2.1. Especificações Prévias	Erro! Indicador não definido.
2.2. Priorização das Rotas	Erro! Indicador não definido.
2.3. Previsor de Curto Prazo – 1ª Fase: Previsão Pontual	Erro! Indicador não definido.
2.4. Previsor de Curto Prazo – 2ª Fase: Previsão de Incerteza	Erro! Indicador não definido.
2.5. Previsor de Curto Prazo – 3ª Fase: Previsão de Rampas	Erro! Indicador não definido.
2.6. Previsor de Muito Curto Prazo	Erro! Indicador não definido.
2.7. Previsor com Base em Modelos Físicos	Erro! Indicador não definido.
2.8. Impacto nos Modelos e Procedimentos de Decisão do ONS	Erro! Indicador não definido.
2.9. Validação	Erro! Indicador não definido.
2.10. Enumeração das Tarefas	Erro! Indicador não definido.
ANEXO: Síntese do Estado da Arte de Previsão de Produção Eólica ..	Erro! Indicador não definido.
1. INTRODUÇÃO	Erro! Indicador não definido.
1.1. Geração Eólica de Energia Elétrica	Erro! Indicador não definido.
1.2. Geração Eólica no Brasil.....	Erro! Indicador não definido.
2. IMPACTOS DA GERAÇÃO EÓLICA.....	Erro! Indicador não definido.
2.1. Comentários gerais.....	Erro! Indicador não definido.
2.2. Paradigma da Otimização Hidrotérmica e Eólica.....	Erro! Indicador não definido.
3. PREVISÃO DE GERAÇÃO EÓLICA	Erro! Indicador não definido.
3.1. Utilização e Funcionalidades.....	Erro! Indicador não definido.
3.2. Modelos	Erro! Indicador não definido.
3.3. Dados de Entrada	Erro! Indicador não definido.
3.3.1 Histórico	Erro! Indicador não definido.
3.3.2 Comunicação de Dados dos Parques Eólicos	Erro! Indicador não definido.
3.3.3 Previsão Meteorológica	Erro! Indicador não definido.
3.3.4 Dados Estáticos	Erro! Indicador não definido.
3.4. Métodos	Erro! Indicador não definido.
3.4.1 Abordagem Física	Erro! Indicador não definido.

3.4.2 Abordagem Estatística	Erro! Indicador não definido.
3.5. Rampas e Eventos Extremos	Erro! Indicador não definido.
3.6. Previsão da Incerteza	Erro! Indicador não definido.
3.7. Desempenho e Benchmarking	Erro! Indicador não definido.
4. APLICAÇÕES DA PREVISÃO DA GERAÇÃO EÓLICA	Erro! Indicador não definido.
4.1. Planejamento da Expansão	Erro! Indicador não definido.
4.2. Despacho de Geração e Reservas	Erro! Indicador não definido.
4.3. Operação	Erro! Indicador não definido.
4.4. Mercado de Energia Elétrica	Erro! Indicador não definido.
5. CONCLUSÕES	Erro! Indicador não definido.
6. REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.

1. ROAD MAP PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PREVISÃO DE PRODUÇÃO EÓLICA - APRESENTAÇÃO GRÁFICA

1.1. Introdução

A inclusão e futuras expansões da produção eólica de energia elétrica promoverão efeitos benéficos por todo o sistema, entre eles o principal para o Brasil pode ser identificado como a complementaridade eólica com as afluências hídricas, a qual aumenta a produção de energia das fontes eólicas exatamente no período de menor afluência hídrica. Além da redução da utilização de fontes termelétricas durante todo o ano.

Isto elevará a diversidade, segurança do suprimento e a fração da produção elétrica proveniente de fontes com emissão zero nacional, além de uma possível redução tarifas da energia elétrica.

No entanto as fontes eólicas possuem uma desvantagem inerente, nomeadamente a variabilidade e intempestividade com a qual são caracterizadas as dinâmicas do vento, um fator totalmente incontrolável.

Este dinamismo e grandes variações com as quais estão sujeitas a produção eólica demandarão novas formas de lidar com antigos problemas que hoje possuem métodos consolidados de solução.

Neste contexto, uma ferramenta de destaque para gerenciar as incertezas da produção eólica, de maneira que o planejamento e operação do sistema tenham uma eficiência elevada é um sistema de previsão de produção eólica com um índice de acerto tão alto quanto possível.

Portanto, é necessário buscar a excelência dos sistemas de previsão, em todos os seus horizontes temporais e com a maior quantidade e qualidade dos seus resultados, de forma que se obtenha o suporte necessário às diversas atividades relacionadas com a gestão do sistema elétrico face à produção eólica de energia elétrica.

Relatório Confidencial