



Fonte: <https://blog.bluesol.com.br/major-usa-na-ocor-do-brasil/> em 07/12/2019



Webinar Reivax Power Plant Controller (PPC)

Aspectos Técnicos e Econômicos em UFV Centralizadas

Paulo Eduardo Martins Quintão - ONS
DPL/EG/EGE



OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS

ESTRUTURA LEGAL DO ONS

Estrutura Legal

Art. 13º da Lei 9.648/98 (com redação dada pela Lei 10.848/04), regulamentado pelo Decreto nº 5.081/04.

Operador Nacional do Sistema Elétrico

Pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob regulação e fiscalização da ANEEL. **O ONS não possui nenhum ativo de geração, transmissão ou distribuição de energia.** A gestão centralizada da operação do SIN garante a segurança da operação ao menor custo.

Missão

Garantir o suprimento de energia elétrica no país, com qualidade e equilíbrio entre segurança e custo global da operação.

RECURSOS E INSTALAÇÕES DO ONS



Recife
Núcleo N/NE e COSR-NE



Brasília
CNOS/COSR-NCO



Rio de Janeiro
Escritório Central e COSR-SE



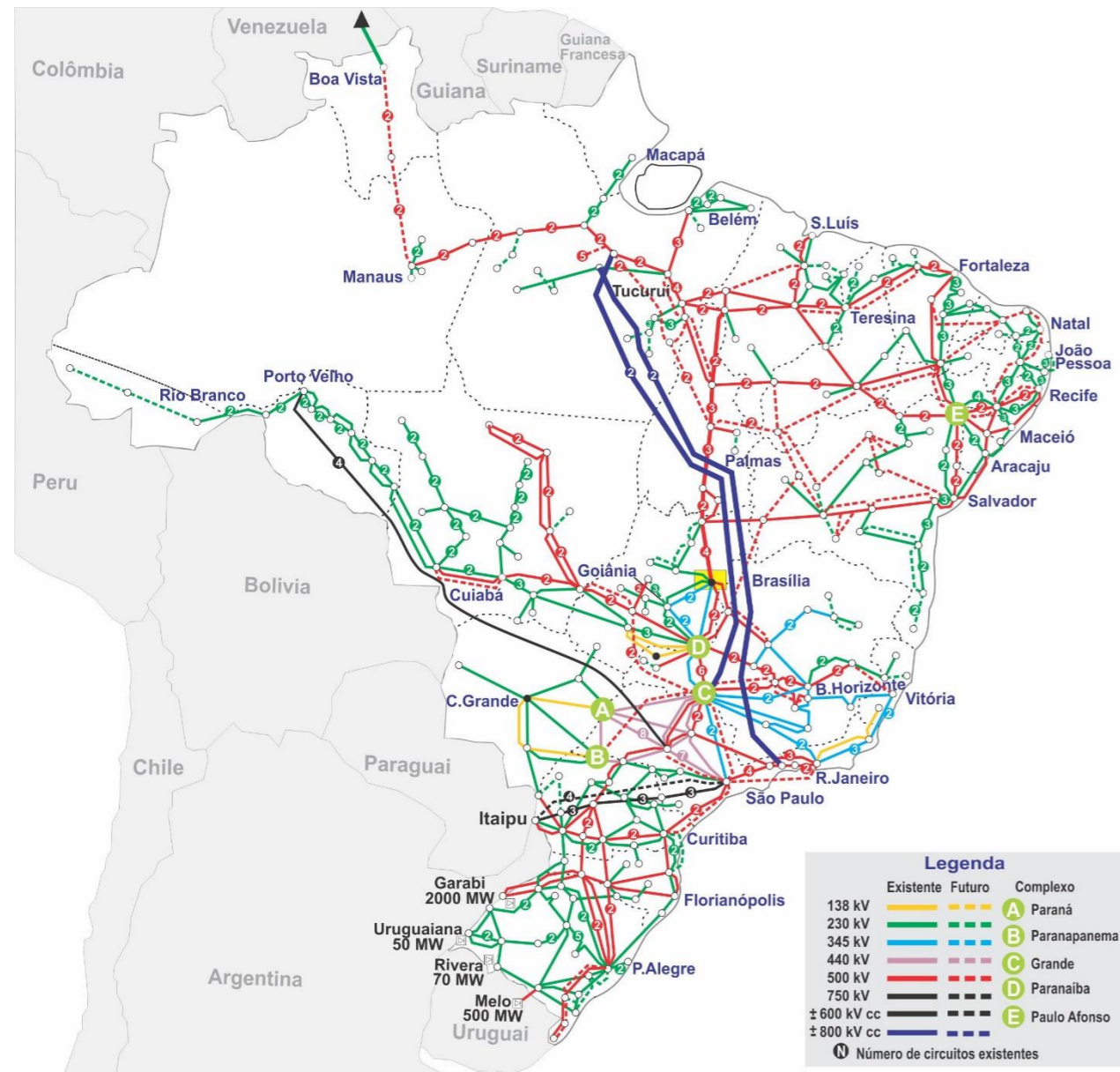
Florianópolis
Núcleo Sul e COSR-S





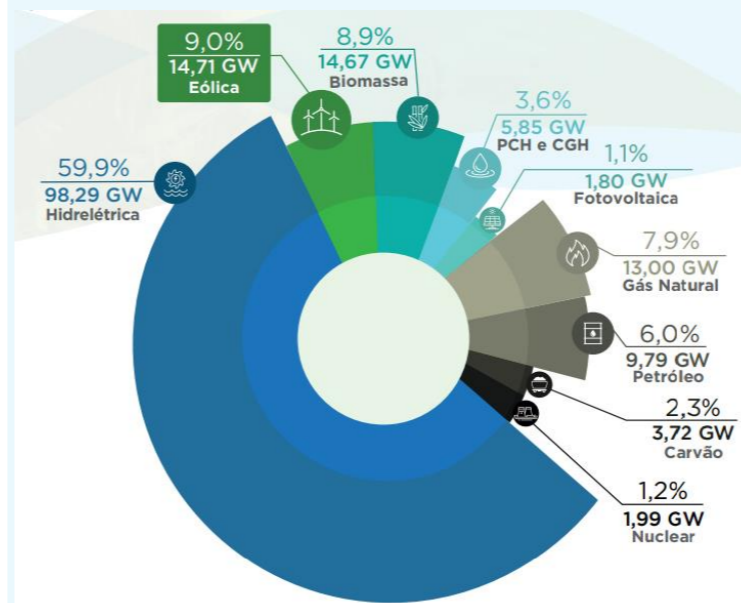
PANORAMA DAS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO BRASIL

SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL - SIN



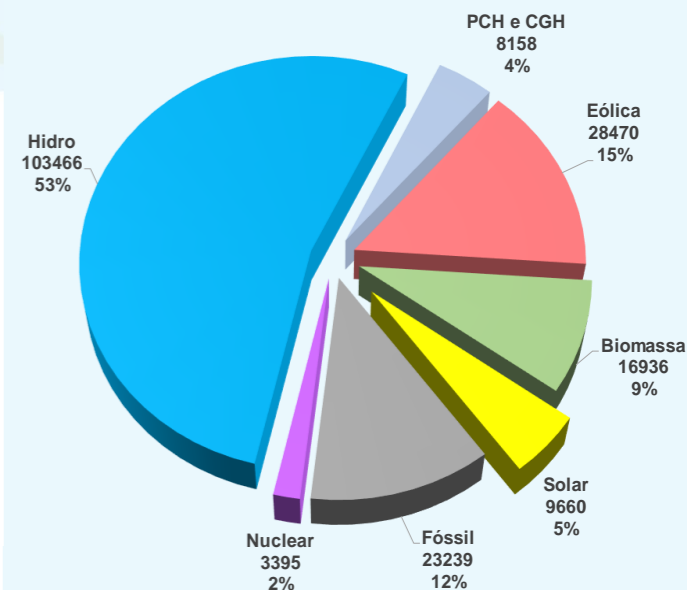
EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA EÓLICA E FOTOVOLTAICA

Dezembro de 2018



Fonte: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual_2018.pdf

Dezembro de 2026



Fonte: EPE – PDE 2026

Eólica: 14,7 GW – 9,0% (2018) para 28,4 GW – 15% (2026)

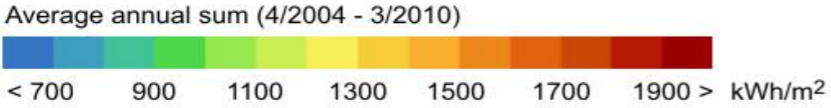
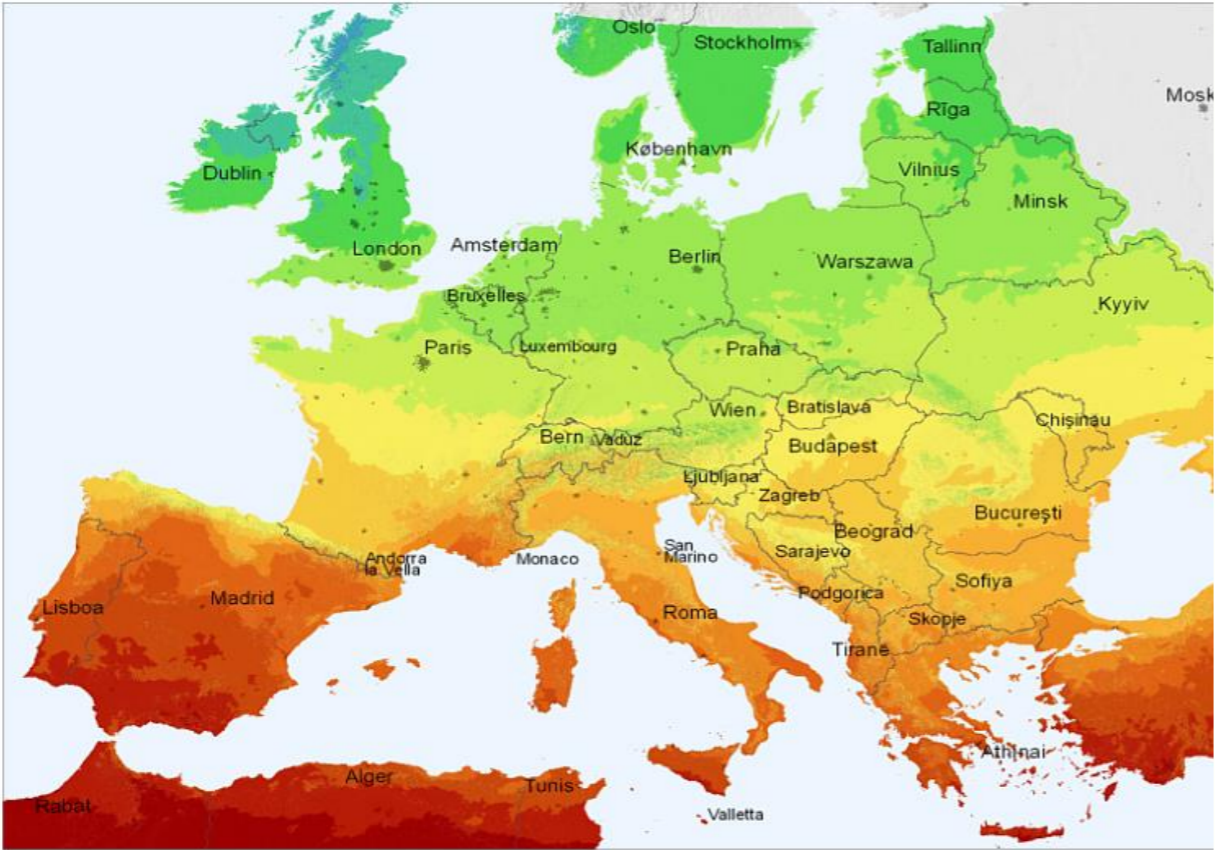
Solar: 1,8 GW – 1,1% (2018) para 9,7 GW – 5,0% (2026)

CARACTERÍSTICAS DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL

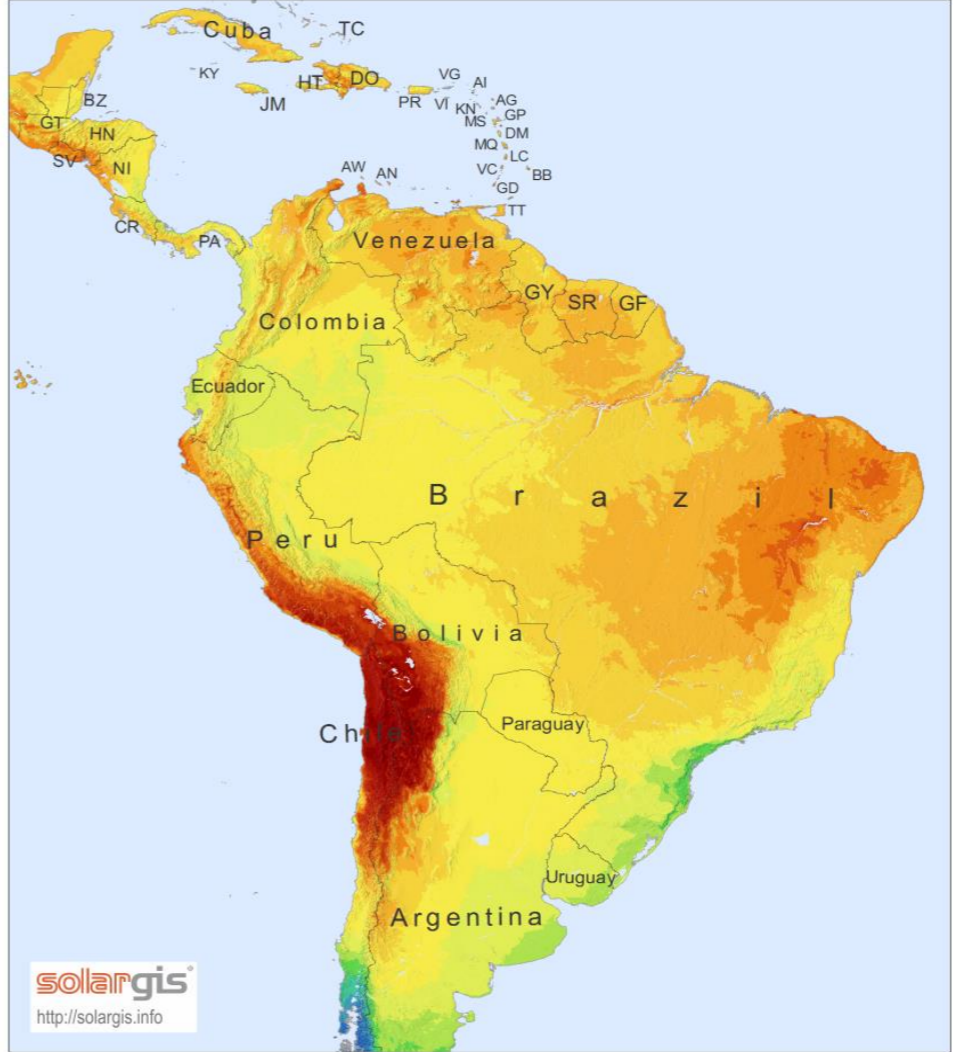


CARACTERÍSTICAS DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL

Global horizontal irradiation



Global Horizontal Irradiation Latin America and the Caribbean



CARACTERÍSTICAS DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL

- Aspecto Geográfico

Os sites no Brasil com os **maiores índices de irradiação solar** estão localizados na região nordeste, e em alguns casos, como por exemplo no **sudoeste do estado da Bahia**, coincidem com regiões onde podem ser instaladas centrais eólicas com **alto fator de capacidade**.

- Aspectos da Rede Elétrica

Essas regiões são caracterizadas por um **baixo nível de curto-circuito (SCR)** e **baixa inércia**, exigindo frequentemente **reforços na rede** para o desempenho correto das fontes de energia renováveis.

Há especial preocupação em vista da **expansão da transmissão CCAT** no Brasil e da possibilidade dos baixos níveis de potência de curto-circuito na região das estações inversoras (São Paulo e Minas Gerais) resultar em interações adversas na configuração *multi-infeed* como, falhas de comutação múltiplas e sucessivas nos inversores.

CARACTERÍSTICAS DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL

- **Inércia**

A substituição de fontes convencionais (geradores síncronos) como **alternativa de expansão** do parque gerador, e o deslocamento das usinas termoelétricas na ordem de despacho econômico, contribuem para reduzir a relação entre a inércia e capacidade instalada no sistema, **potencializando dificuldades para controle da frequência durante grandes perturbações.**

Possíveis ações mitigadoras

- Programação de despacho de geração em usinas convencionais, **maximizando o número de unidades sincronizadas** (atribuição ONS/Agentes);
- Inclusão crescente de **compensadores síncronos** na composição das alternativas de expansão do sistema de transmissão (atribuição EPE);
- Redução da intermitência das EOL e UFV, considerando o **armazenamento de energia em baterias**;
- **Redespacho** da potência transmitida pelos elos CCAT para contribuir para atenuar o déficit de geração do sistema receptor durante grandes perturbações; e
- **Mix** fotovoltaica e termosolar.

REQUISITOS TÉCNICOS MÍNIMOS PARA A CONEXÃO ÀS INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO – SM 2.10



FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA – EÓLICA E FOTOVOLTAICA

A integração de fontes renováveis de energia eólica e solar fotovoltaica à rede elétrica existente, dada suas características, demandou várias ações do setor:

- **Submódulo 2.10 dos Procedimentos de Rede:** definição dos requisitos técnicos mínimos para conexão das fontes renováveis (eólica e solar fotovoltaica), de forma a garantir desempenho dinâmico adequado no sistema elétrico;
- Fornecer instalações de transmissão adequadas para incorporar essas fontes;
- Atenuar o impacto da perda rápida de uma grande quantidade dessa geração;
- Inclusão do impacto da intermitência dessas fontes no cálculo da reserva operativa do sistema;
- Melhor previsão de vento e irradiação solar de curto prazo; e
- Recurso de planejamento adequado para longo e curto prazo.

REQUISITOS PARA CENTRAIS EÓLICAS E FOTOVOLTAICAS – SM 2.10

Principais Requisitos do Submódulo 2.10 dos Procedimentos de Rede

- Operação em regime de frequência não nominal
- Controle de Potência Reativa no Ponto de Conexão (PoC)
- Modos de Controle (tensão terminal, potência reativa e fator de potência)
- Operação em regime de tensão não nominal
- Atendimento do fator de potência em regime de tensão não nominal
- Participação em Sistemas Especiais de Proteção – SEP
- Potência ativa de saída
- Variação de tensão em regime permanente
- Instabilidade de tensão
- Requisitos específicos para o sistema de proteção
- Requisitos de suportabilidade a subtensões e sobretensões dinâmicas (UVRT e HVRT)
- Requisitos para injeção de corrente reativa sob defeito
- Requisitos para tomada de carga
- Inércia sintética e participação no controle de sobrefrequência (somente para centrais geradoras eólicas)

D
E
S
T
A
Q
U
E
S

* Os submódulos versão 2020.12, aprovados pela REN ANEEL nº 903/2020, estão vigentes a partir de 1º de janeiro de 2021.

REQUISITOS TÉCNICOS RELACIONADOS A UTILIZAÇÃO DE UM PPC – POWER PLANT CONTROLLER EFICIENTE



PPC – POWER PLANT CONTROLLER

- Características Importantes de um PPC

- Historicamente esse controle tem sido implantado **utilizando o sistema SCADA** das usinas eólicas, **o que não garante os requisitos de tempo de atuação necessários para a utilização otimizada dos recursos da planta.**
- Um PPC deve controlar os recursos de uma ou mais fontes renováveis de energia, **independentemente de sua natureza**, em seu ponto de conexão, de **forma transitória, centralizada, coordenada e eficiente**, visando atender os requisitos de desempenho dinâmico estabelecidos no SM 2.10 dos Procedimentos de Rede.
- No que se refere ao requisito do **controle de potência reativa no ponto de conexão**, por exemplo, o ONS deseja que esse controle seja feito **não só em regime permanente, como também de forma transitória, da mesma forma que uma máquina síncrona convencional.**
- Isso só pode ser feito com a utilização de um PPC dedicado, **de forma coordenada**, para que não haja **instabilidade do controle de tensão da planta.**

REQUISITOS PARA CENTRAIS EÓLICAS E FOTOVOLTAICAS – SM 2.10

Principais Requisitos do Submódulo 2.10 dos Procedimentos de Rede

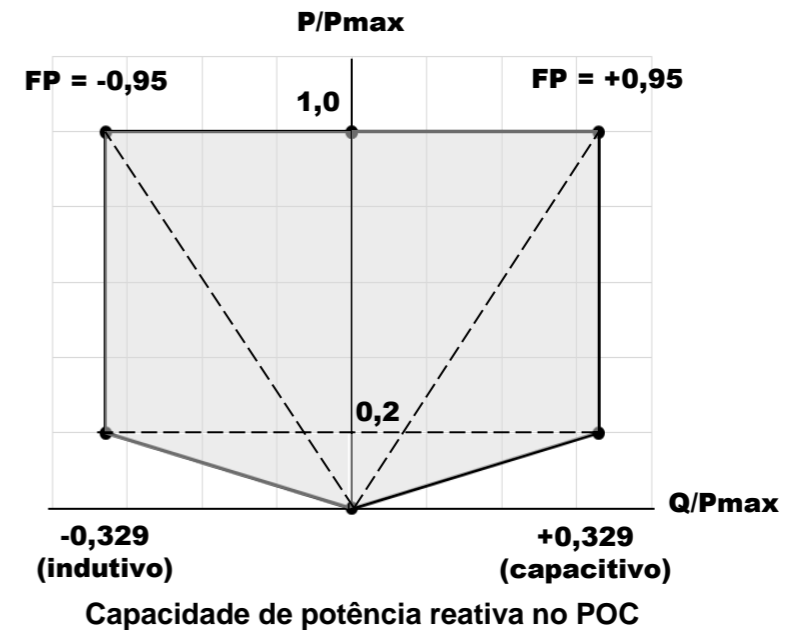
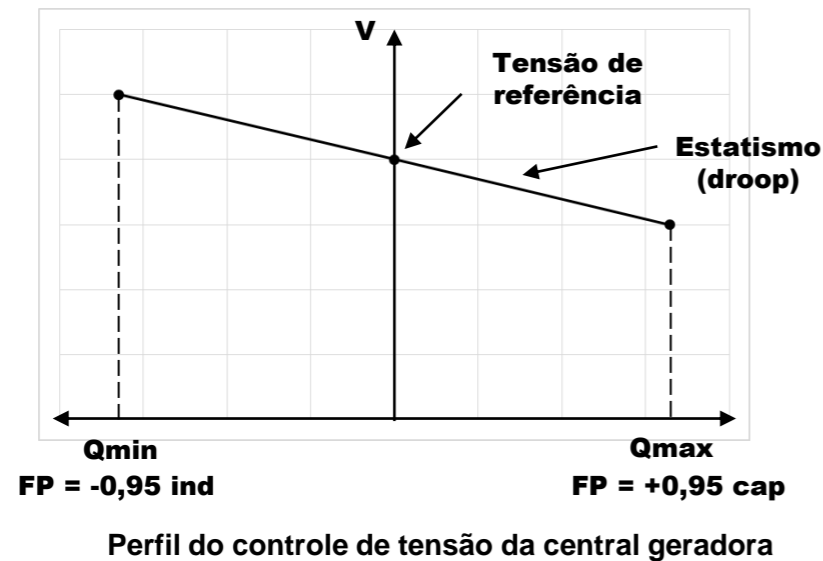
- Operação em regime de frequência não nominal
- Controle de Potência Reativa no Ponto de Conexão (PoC)
- Modos de Controle (tensão terminal, potência reativa e fator de potência)
- Operação em regime de tensão não nominal
- Atendimento do fator de potência em regime de tensão não nominal
- Participação em Sistemas Especiais de Proteção – SEP
- Potência ativa de saída
- Variação de tensão em regime permanente
- Instabilidade de tensão
- Requisitos específicos para o sistema de proteção
- Requisitos de suportabilidade a subtensões e sobretensões dinâmicas (UVRT e HVRT)
- Requisitos para injeção de corrente reativa sob defeito
- Requisitos para tomada de carga
- Inércia sintética e participação no controle de sobrefrequência (somente para centrais geradoras eólicas)

PPC

* Os submódulos versão 2020.12, aprovados pela REN ANEEL nº 903/2020, estão vigentes a partir de 1º de janeiro de 2021.

MODO DE CONTROLE DE TENSÃO NO PONTO DE CONEXÃO

- A central geradora deve ser capaz de operar em **3 modos distintos de operação: controle de tensão, controle de potência reativa e controle de fator de potência**. O modo de operação normal é o modo de controle de tensão no **barramento coletor da usina**.
- Os parques eólicos devem fornecer um controle contínuo de tensão em seu **ponto de conexão** entre **95% e 105% da tensão nominal** e um **estatismo ajustável entre 2% e 7%** com uma **resolução de 0,5%**.



USINAS HÍBRIDAS EÓLICAS E FOTOVOLTAICAS

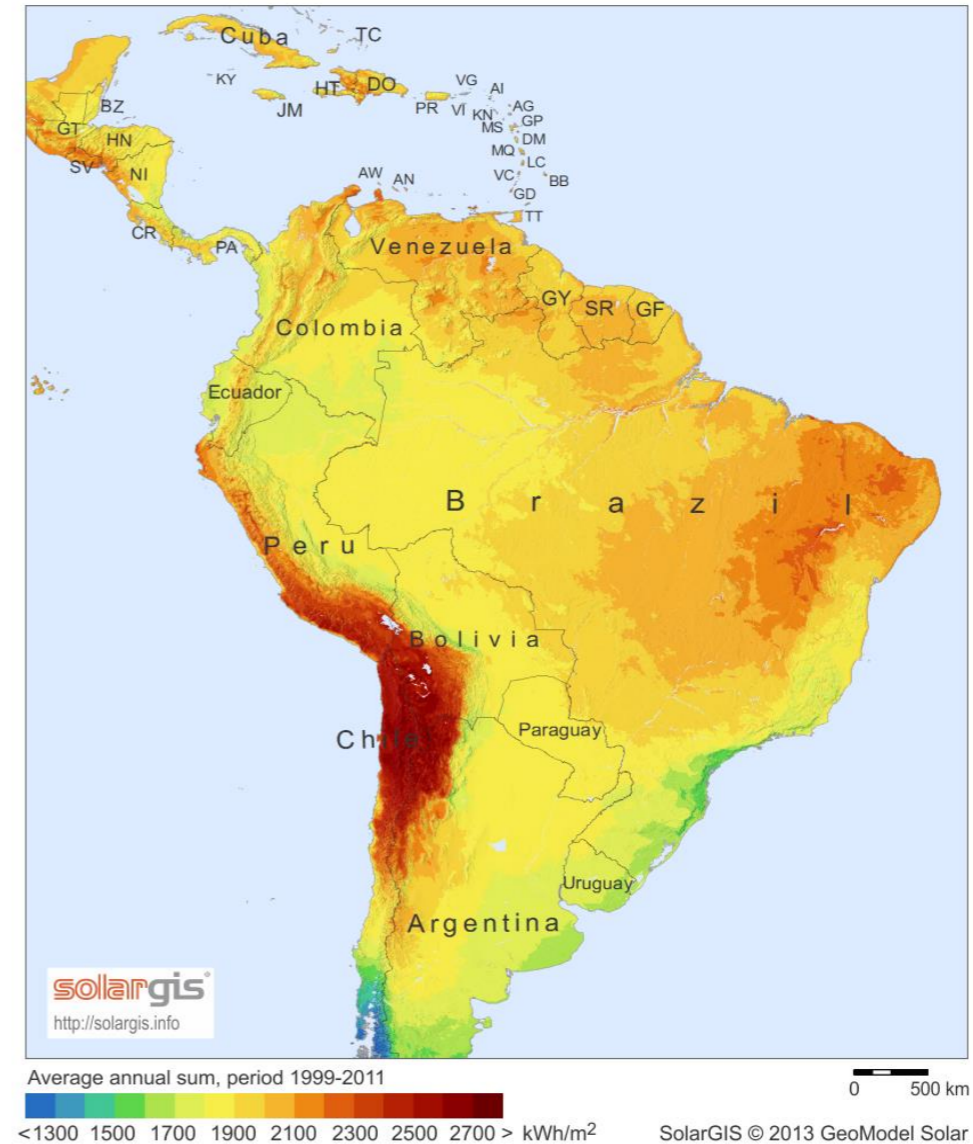


USINAS HÍBRIDAS EÓLICAS E FOTOVOLTAICAS

- **Oportunidade!**

Os sites no Brasil com os **maiores índices de irradiação solar** estão localizados na região nordeste, e em alguns casos, como por exemplo no **sudoeste do estado da Bahia**, coincidem com regiões onde podem ser instaladas centrais eólicas com **alto fator de capacidade**.

Global Horizontal Irradiation Latin America and the Caribbean



USINAS HÍBRIDAS EÓLICAS E FOTOVOLTAICAS

- Aspectos de Regime Permanente

- As usinas **híbridas eólicas e fotovoltaicas** têm a possibilidade de reduzir a intermitência das usinas eólicas. Quando ocorre uma redução do vento, por exemplo, essa parcela da geração da usina híbrida pode ser compensada pelo aumento de geração solar fotovoltaica.
- Em geral, o momento do dia onde ocorre a maior geração solar coincide com as maiores temperaturas e conseqüentemente, da redução do vento, dessa forma as energias eólica e solar são complementares.

- Oportunidade!

Utilização de um **Power Plant Controller (PPC)** que centralize o controle dos inversores da planta fotovoltaica, adequando a potência ativa gerada de forma rápida e eficiente, **garantindo a não ultrapassagem do MUST no ponto de conexão da usina híbrida.**

- Cuidado!

O contrato **Montantes de Uso do Sistema de Transmissão (MUST) não deve ser ultrapassado**, sob pena de **penalidades por ultrapassagem** (SM 6.8 – Apuração dos Montantes de Uso do Sistema de Transmissão).

USINAS HÍBRIDAS EÓLICAS E FOTOVOLTAICAS

- Aspectos de Regime Transitório

- De forma a que as usinas eólicas contribuam com desempenho dinâmico adequado em distúrbios na rede, foram criados requisitos específicos para tal, como por exemplo a inércia sintética dos aerogeradores. Por depender de energia cinética armazenada nos rotores dos aerogeradores, a **inércia sintética não se aplica a usinas fotovoltaicas.**

- Oportunidade!

Se a usina híbrida for dotada de um PPC eficiente é possível que a usina híbrida contribua, por exemplo, em um evento de subfrequência no SIN, **caso esteja havendo, no momento do distúrbio, superavit de geração solar** (vertimento solar). Isso é feito através de uma ação do PPC no sentido de aumentar, **de forma** transitória, a potência ativa no ponto de conexão da usina fotovoltaica. Do ponto de vista sistêmico tudo se passa como se a usina híbrida fosse dotada de **regulação primária.**

Provavelmente nesse caso haveria a ultrapassagem de forma transitória do MUST, que tem que ser estudada de forma a garantir que não haverá violação dos limites operativos dos equipamentos envolvidos, além da flexibilização do próprio MUST para que não haja penalização do Agente. Esse último ponto requer discussões com as entidades do setor envolvidas para as adequações necessárias.

CONCLUSÕES



CONCLUSÕES

- A utilização de um PPC dedicado representa um novo paradigma na utilização de fontes renováveis de energia, permitindo a concepção de usinas híbridas com as mais variadas formas de energia primária de forma eficiente, controlável e que contribuam com o desempenho dinâmico do sistema.
- Em uma aplicação futura o PPC pode também incluir o **gerenciamento de armazenamento de energia em baterias** em uma usina híbrida, quando houver superávit de geração e não exista possibilidade de injeção dessa potência na rede elétrica. A energia armazenada fica disponível para redução da intermitência da usina ou atendimento da demanda do sistema em situações de ponta de carga ou distúrbios. **A utilização da energia armazenada é completamente flexível!**



Obrigado

Paulo Eduardo Martins Quintão
ONS/DPL/EG/EGE

Contatos:

+55 21 3444-9431
quintao@ons.org.br