

## Q&A – Aprimoramento de Potencial Eólico

### Regionalidade N-NE-CO

1. No contexto desta CPP, é possível a submissão de projetos de entidades sediadas em regiões além de Norte, Nordeste e Centro-Oeste? É possível a formação de parcerias entre entidades, sendo ao menos uma das regiões N-NE-CO e a(s) outra(s) de outras regiões?

**R.: Conforme informado na Seção 3 do Edital da CPP 002/2021, elaborado em decorrência de questões regulatórias, poderão propor Projetos de PD&I nesta Chamada Pública instituições públicas ou privadas, nacionais, tais como centros de pesquisa e desenvolvimento, instituições de ensino superior, empresas de consultoria, empresas de base tecnológica, empresas incubadas e fabricantes de materiais e equipamentos, sediadas nas regiões Norte – N, Nordeste – NE e/ou Centro-Oeste.**

### Formatação ANEEL e Questões Contratuais

2. Existe alguma recomendação, limitação ou restrição quanto à fase na cadeia de inovação do projeto proposto? E quanto aos objetivos de escopo descritos no Anexo 10.1?

**R.: Não, cabe a entidade proponente definir a fase na cadeia de inovação conforme o escopo do projeto proposto. Quanto aos objetivos, quanto maior o alcance de uma proposta em satisfazê-los, maiores suas chances de ser selecionada. No entanto, nada impede a submissão de uma proposta que atenda parcialmente aos objetivos. Nesse caso, espera-se que ofereça uma qualidade maior de entrega.**

3. Devo considerar a participação de equipes da CPFL e seus respectivos custos?

**R.: As alocações do time CPFL devem compor a proposta considerando (i) competências necessárias para o desenvolvimento do projeto, (ii) dedicação (número de horas por mês), (iii) função a ser desempenhada, (iv) etapas da proposta que o colaborador CPFL deverá participar e (v) entrega esperada do colaborador ou equipe CPFL. Resta ressaltar que o custo do time CPFL não precisa ser contabilizado neste momento.**

4. O contrato será celebrado tal qual a minuta padrão disponibilizada ou haverá uma etapa de negociação de cláusulas?

**R.: A base contratual está dada pela minuta padrão disponibilizada conforme a modalidade (com ou sem interveniência). Por conta disso, entende-se que a margem de negociação é pequena. Caso a entidade proponente identifique eventuais discordâncias, solicitamos que sejam explicitamente incluídas como anexo na proposta.**

## Questões Técnicas e Conceituais

5. A que correspondem os níveis Macro e Micro mencionados no item 5 da Seção 3 do Anexo 10.1? Pode-se considerar que nível macro seria, por exemplo, o tipo de forçante atmosférica relacionada a desvio de geração e o micro a forma como os efeitos locais, tais como arranjo das turbinas e consequente esteiras, obstáculos e rugosidade de superfície, realçam ou amortecem o efeito daquelas?

**R.: No contexto desta Chamada Pública, conforme o trecho citado do Edital, os termos Macro e Micro se referem aos fatores causadores de desvio de geração e às suas subdivisões, respectivamente. De modo a se ter uma referência, mas sem esgotar as possibilidades, foram elencados alguns fatores e subdivisões. Assumindo os elementos de climatologia com um fator causador, nível macro, portanto, pode-se considerar como subdivisões (nível micro) tanto fenômenos atmosféricos de larga e mesoescala: efeitos do posicionamento da ZCIT, TSM do Atlântico, ENOS e MJO, entre outros, e escala sinótica e planetária; quanto efeitos relacionados aos efeitos locais de terreno: rugosidade, efeito esteira, efeito de bloqueio, brisa marítima, estabilidade da atmosfera e posicionamento dos aerogeradores etc.**

6. Dentre os fatores causadores de desvio de geração, destacam-se duas causas: os sistemas eletromecânicos e os ambientais. Entende-se que os sistemas ambientais são basicamente de dois tipos: (i) relacionados com fatores geográficos como posição ou localização do parque, dado que o país é exposto a padrões muito diferentes de "clima" e arranjo dos aerogeradores no terreno e (ii) sistemas meteorológicos. Neste contexto, é necessário definir quais as escalas de interesse em relação aos desvios de geração. Seriam episódicas, ligadas a questões operacionais (fadiga, manutenção corretivas e preditivas, arranjo de aerogeradores) ou incluiriam outras escalas de interesse, a considerar as escalas meteorológicas? Neste caso, há a escala que se relaciona a efeitos ligados ao contato ar-estruturas, que seriam escalas de segundos a dezenas de minutos; e outras, como mesoescala e escala de tempos maiores: anual, trianual, decênios. Existe no escopo do projeto uma definição nessa questão de escalas?

**R.: Entende-se que faz parte da proposta de projeto articular todas as alternativas contemplando as grandezas necessárias para atender aos objetivos descritos. Por conta disso, não há uma definição prévia nesta questão. Ainda assim, é válida uma análise sobre a viabilidade técnica e sobre os níveis de incerteza na quantificação desses fatores, considerando uma valoração qualitativa quando a quantificação estiver limitada de alguma forma. Além disso, dado o objetivo de identificar fatores causadores de desvios de geração, entende-se que é necessário considerar primordialmente a variabilidade de variáveis como velocidade e direção do vento, densidade do ar, precipitação, além dos efeitos locais como terreno, vegetação e posicionamento dos aerogeradores, pois os efeitos dos fenômenos atmosféricos estarão inclusos no valor dessas variáveis. Ainda assim, também é possível ampliar a análise de variabilidades de tempo e clima das diferentes escalas espaciais (de micro a global) e temporais (minutos a decênio),**

**que têm impacto nas variáveis meteorológicas fundamentais para a geração, determinando assim a variabilidade da geração no tempo seguinte.**

7. Seria de interesse o levantamento climatológico quanto à recorrência de fatores como turbulência, variabilidades direcionais do vento e rajadas, com potencial impacto para fadiga e desgastes prematuros dos aerogeradores?

**R.: Durante a etapa de desenvolvimento do parque eólico são realizados estudos para adequabilidade da máquina ao local onde será instalada. Desta forma, já existe um diagnóstico prévio do cenário. O levantamento climatológico para análises de turbulência e rajadas pode ser um fator complementar para explicar eventuais causas de desvios devido à condição ambiental.**

8. Qual é a profundidade que se deseja realizar na análise de falhas?

**R.: O objetivo é entender a causa raiz fundamental da falha com boa assertividade. Assim, é interessante que ocorra a identificação automática de falhas com *flags* que detalhem a natureza da falha, com filtro de período que quantifique o número de ocorrências, sua duração (*downtime*) e a energia perdida no período de análise e por *flag*. Além disso, técnicas de provisão de tendência podem gerar conhecimento a respeito do tempo até a falha, sugerindo ações a serem realizadas antecipadamente para evitar a falha futura, sanando sua origem.**

9. Os limiares utilizados para indicação de falha devem ser definidos por um operador ou devem ser definidos de acordo com os outputs do sistema?

**R.: É interessante que ambos os casos façam parte da solução. As configurações iniciais podem ser estabelecidas pelo conhecimento prévio do operador bem como por inteligência computacional por meio de análise dos dados históricos. Em seguida, a partir da aplicação do sistema de IA, os limiares podem ser recalculados e atualizados automaticamente. Por fim, caso seja necessário, um usuário do sistema (com perfil compatível) também pode determiná-los manualmente. Também vale considerar a alternativa de tratá-los como limiares e alarmes diferentes.**

10. Os alarmes correspondentes aos valores limiares pré-definidos devem ser de que tipo? Aviso em celular ou em uma tela em sala de controle?

**R.: Espera-se que a entidade proponente possa desenvolver diferentes tipos de alarmes, uma vez que diversas áreas trabalham com predição e análise dos aerogeradores que apresentam alarmes de falhas. Outro fator é o perfil do usuário. Assim, é interessante que o sistema possua várias saídas para os resultados (avisos e alarmes), como dashboards, notificações por aplicativo de celular, por e-mail, em tela de sala de controle, entre outros.**

11. A ferramenta de solução bem como os resultados apresentados via dashboard podem ser desenvolvidos em ambiente externo ao sistema SCADA da CPFL? Os dashboards devem ser apresentados em uma tela da sala de controle?

**R.: Sim, se for considerada a melhor alternativa de execução e integração, pois ressalta-se que há a necessidade de que todos os softwares, hardwares, scripts e outros produtos desenvolvidos tenham capacidade de utilização e hospedagem dentro de ambientes da CPFL. Quanto aos resultados, espera-se que haja opções variadas para seu conhecimento e aproveitamento.**

12. Pode-se considerar a utilização de tecnologias como LiDAR com o objetivo de auxiliar a modelagem de turbulência, efeito esteira, componente vertical, entre outros?

**R.: Sim, campanhas de medições LiDAR e SoDAR, se bem calibradas, podem ser utilizadas para redução de incertezas, validação de modelos e estudos de *wind shear* em alturas além das medições com anemômetros. No entanto, devido ao seu alto custo, deve ser considerada a questão de disponibilidade e escalabilidade para uma ampla cobertura de monitoramento dos parques.**

#### Características e Infraestrutura dos Parques Eólicos

13. Ferramentas para diagnóstico de desvio de geração têm forte relação com o local de implementação, sendo imprescindível a modelagem do parque eólico para o cálculo da função de transferência e identificação da geração esperada. Desse modo, o projeto deve ser aplicado a todos os parques eólicos da CPFL? Ou podem ser três estudos de caso (em condições climáticas diferentes: RS, RN e CE) visando o desenvolvimento de uma metodologia que seja aplicável para os demais parques eólicos?

**R.: É importante que a solução proposta contemple a totalidade dos parques eólicos da CPFL, uma vez que cada parque tem peculiaridades que são fundamentais para a estimativa de geração. No entanto, nada impede a adoção da estratégia de desenvolver o sistema em estudos de caso representativos da diversidade de condições climáticas e que considere a expansão para todo o portfólio da empresa. Trata-se de uma decisão de projeto das entidades proponentes.**

14. Os aerogeradores são de fabricantes diferentes? Quais são os modelos dos equipamentos? E a quantidade?

**R.: Sim, atualmente a frota da CPFL possui 6 fabricantes diferentes totalizando 668 aerogeradores em operação. Trata-se de uma variedade de modelos conforme as aquisições e construções foram sendo realizadas. A tabela a seguir traz o detalhe dos modelos e respectivas quantidades.**

Fabricante	Modelo	Quantidade
Siemens-Gamesa	G114-2.1MW	133
Siemens-Gamesa	G132-3.55MW	23
GE	GE 1.6-xle	129
GE	GE 1.62-100	18
Wobben/Enercon	E82 2.0MW	109
Siemens	SWT 2.3-101	34
Acciona	AW3000-116	40
Suzlon	S88-2.1MW	182
<b>Total</b>		<b>668</b>

15. Qual a altura de instalação dos anemômetros? Quantos são e de qual tipo?

**R.: Cada parque conta com uma torre anemométrica associada. Trata-se de torres treliçadas com medição de vento na altura do aerogerador e em alturas intermediárias. Há também a medição da direção do vento em diferentes alturas, temperatura, umidade e pressão.**

16. Existe algum estudo de confiabilidade dos fornecedores que pode ser disponibilizado?

**R.: Cabe à entidade proponente justificar em sua proposta sobre a necessidade de um estudo de confiabilidade dos fornecedores para o atingimento dos objetivos do projeto. Caso seja preciso, deverá indicar a etapa em que seu uso será mais adequado.**

#### Estrutura e Disponibilidade de Dados e Variáveis de Interesse

17. Em tempo de projeto, a entidade executora terá acesso a dados históricos e atuais? Qual a disponibilidade desses dados? É necessária a realização de coleta de dados durante a execução do projeto?

**R.: Sim, de modo geral. A partir das bases de dados da CPFL, será possível ter acesso a dados disponíveis para a execução do projeto. Entretanto, é necessário que o escopo do projeto proposto preveja especificamente quais são as necessidades e suas características. Além disso, caso seja verificado que os dados desejados não se encontram disponíveis, é possível realizar sensoramento complementar nos equipamentos, em certos casos. Por conta disso, é de suma importância que sejam previstos todos os elementos necessários na proposta para a execução do projeto.**

18. Quais as características dos dados a serem disponibilizados para a entidade executora desenvolver o projeto em termos de duração, resolução, amostragem, entre outros? Há outra fonte de dados além dos sistemas SCADA?

**R.: Os dados histórico têm duração diferente em função da data de instalação ou aquisição do parque eólico. A resolução é de 10 minutos, com valores mínimos, médios e máximos. Há casos de acesso em tempo**

**real (protocolos OPC e/ou MODBUS) e de atualização diária. Os dados são provenientes dos SCADA dos equipamentos.**

19. Quais são todas as variáveis envolvidas e disponíveis nos bancos de dados (Data Lake) e processos ligados ao escopo e aos objetivos da Chamada Pública?

**R.: Os dados básicos são provenientes das torres anemométricas: velocidade do vento na altura do rotor, direção do vento, temperatura, umidade e pressão. Além do conjunto básico, também irão compor o Data Lake: tensão e corrente, potências ativa e reativa, consumo de energia, velocidades do rotor e do gerador, ângulos e direções mecânicas, temperatura de diversos componentes: elétricos, mecânicos e materiais, níveis de lubrificação, totalizando 94 diferentes variáveis. Os bancos de dados também possuem informações de alarmes e eventos, bem como estados operacionais. Além disso, em alguns aerogeradores, há sensores adicionais, como vibração e análise de óleo, porém não estão no escopo de variáveis do Data Lake.**

20. Quais são os tipos de falhas mais frequentes? Quantos são os diferentes problemas identificados e quais são suas razões?

**R.: As falhas mais frequentes são falhas de menor impacto financeiro, pois normalmente são de rápida resolução. Além disso, a gama de problemas encontrados numa frota extensa de aerogeradores de fabricantes diferentes é enorme e difícil de quantificar. Dentro do contexto da Chamada Pública, o objetivo seria a atuação da solução em predição de falhas de grande impacto, como falhas em rolamentos, enrolamentos, engrenagens e eixos de elementos elétricos e mecânicos como *gearbox*, gerador e *main shaft* e em pás dos aerogeradores.**

### Projeto Data Lake

21. O Data Lake, em fase de contratação, conforme mencionado no Anexo 10.1, com previsão de início, execução e encerramento no 1º semestre de 2022, é um ponto chave do escopo da CPP. De que modo um eventual atraso no cronograma deste projeto será levado em consideração no processo da Chamada Pública e na execução do projeto aprovado?

**R.: O projeto Data Lake trará uma grande facilidade de acesso e processamento da base de dados dos parques eólicos da CPFL. No entanto, caso haja atraso, o uso de dados necessários para a execução da solução proposta pelas entidades proponentes poderá ocorrer no formato atual e ser atualizado posteriormente, conforme avanço do projeto Data Lake. De qualquer forma, isto será adequado na fase de formatação do projeto, que ocorrerá com a entidade vencedora.**

23. O Data Lake (base de dados única e consolidada) integrará os dados dos sistemas SCADA dos aerogeradores de diversos fabricantes, padronizando seu formato, servindo de insumo para o projeto da Chamada Pública. Quanto à identificação dos fatores causadores de desvios de geração, o que já se encontra disponível no Data Lake da CPFL tomando como base as relações presentes no Anexo 10.1?

**R.: De fato, o Data Lake é uma base de dados única e consolidada de medições e parâmetros dos parques eólicos da CPFL. Por sua vez, os fatores causadores de desvios de geração, no contexto desta CPP, precisam ser definidos e validados ao longo da execução do projeto. A relação presente no Anexo 10.1 é uma referência, mas não esgota as possibilidades. Cabe à entidade proponente compor seu escopo partindo desse ponto e agregando aquilo que julgar pertinente para atingir os objetivos da CPP.**

24. Do ponto de vista do conteúdo e estrutura do Data Lake:

a. Quantos aerogeradores terão seus dados armazenados nele?

**R.: Todos os atuais 668.**

b. Quantas são as variáveis presentes nessa base de dados? Qual a duração e volumetria envolvida?

**R.: Serão 94 variáveis de diferentes grandezas eólicas, mecânicas, elétricas, angulares, de temperatura, de eventos e de identificação geral. A volumetria corresponderá ao existente na base de dados atual.**

c. Ocorre atualização em tempo real? Qual a periodicidade?

**R.: Não, a atualização ocorre uma vez por dia.**

d. Como os dados estão estruturados? O acesso se dará por meio de API?

**R.: Serão dados não relacionais. O acesso ainda não está estabelecido e será fruto do desenvolvimento do projeto.**

e. Quais objetos farão parte do modelo e quais funcionalidades (i.e., configuração, falhas, desempenho) estarão associadas?

**R.: Estas informações ainda não estão estabelecidas.**

25. Como será o mecanismo de integração com o Data Lake? Quais são as tecnologias envolvidas e em que plataforma está hospedado? Haverá a necessidade de integração com outros sistemas legados da CPFL?

**R.: O mecanismo de integração ainda não está estabelecido. Trata-se de tecnologia baseada nos princípios dos 5 V's de Big Data e em hospedagem em nuvem (plataforma Azure). Quanto à integração com outros sistemas legados, é desejável que sejam previstas etapas referentes a esta atividade no planejamento do projeto proposto.**

## Manutenção

26. Durante a execução do projeto, será possível ter acesso às informações abaixo?
- Roteiro de manutenção;
  - Processo de manutenção e calendário associado;
  - Janela de manutenção e parâmetros associados ao seu modelamento.

Qual a plataforma que contém tais informações?

**R.: De modo geral, sim, mas cabe à entidade proponente informar e justificar a necessidade do acesso a tais informações, contidas no Sistema de Gestão da Manutenção do tipo ENGEMAN, SAP e BI, para a execução adequada do projeto. A partir do cenário de utilização e de quais informações serão necessárias, será avaliado o acesso.**

27. Do ponto de vista de histórico de manutenção, existem informações detalhadas sobre as intervenções realizadas? Existe log contendo as falhas por máquina? Haverá acesso a esses dados, bem como aos resultados de manutenções preventivas e preditivas anteriores?

**R.: Haverá acesso a esses dados pelo Sistema de Gestão da Manutenção. Todavia, as informações registradas sobre as manutenções e logs de alarmes e eventos dos aerogeradores são brutas. Por conta disso, o proponente poderá, se necessário e definido no escopo do projeto, acompanhar informações de manutenções realizadas durante o período de execução.**

28. Uma vez que o projeto tenha sido contratado, a equipe de manutenção da CPFL pode fornecer dados a respeito dos gastos atuais com manutenção preventiva?

**R.: Pode ser possível, mediante a assinatura de um termo NDA, caso seja necessário para a execução do projeto e esteja definido e aceito dentro de seu escopo.**