



NOTA TÉCNICA

SISTEMA AMA – 13 ANOS DE ACOMPANHAMENTO DE MEDIÇÕES ANEMOMÉTRICAS

Aprendizados e Visão de Futuro

NOVEMBRO DE 2024

■ Colaboradores

NOTA TÉCNICA EPE/DEE/SGR/030/2024-R1

Coordenação Geral

Thiago Guilherme Ferreira Prado
Reinaldo da Cruz Garcia

Coordenação Executiva

Bernardo Folly de Aguiar
Renato Haddad Simões Machado

Coordenação Técnica

Gustavo Pires da Ponte

Equipe Técnica

Amanda Vinhoza
Barbara Mayara Alves Soares (estagiária)
Charles Egberto Guedes Vonnegut Vieira de Mello
Leandro Pereira de Andrade
Luiz Izaias Monteiro Furtado (estagiário)
Paula Monteiro Pereira
Rafael Pinho Furtado
Thais Pacheco Teixeira

epe



VALOR PÚBLICO

A EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE TEM POR FINALIDADE PRESTAR SERVIÇOS AO MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME) NA ÁREA DE ESTUDOS E PESQUISAS DESTINADAS A SUBSIDIAR O PLANEJAMENTO DO SETOR ENERGÉTICO, COBRINDO ENERGIA ELÉTRICA, PETRÓLEO E GÁS NATURAL E SEUS DERIVADOS E BIOCOMBUSTÍVEIS. SOMOS UMA EMPRESA PÚBLICA FEDERAL, DEPENDENTE DO ORÇAMENTO GERAL DA UNIÃO.

A EPE FOI CRIADA COM O OBJETIVO DE RESGATAR A RESPONSABILIDADE CONSTITUCIONAL DO ESTADO NACIONAL EM ASSEGURAR AS BASES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA DO PAÍS. A PARTIR DE SUA CRIAÇÃO, A ATUAÇÃO DA EPE CONSOLIDOU-SE COMO PARTE FUNDAMENTAL DE UM CICLO DE ATIVIDADES QUE SE INICIA COM AS DEFINIÇÕES DE POLÍTICAS E DIRETRIZES NO ÂMBITO DO CNPE – CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA E DO MME. A PARTIR DESSAS DEFINIÇÕES MATERIALIZAM-SE OS ESTUDOS E AS PESQUISAS QUE IRÃO EFETIVAMENTE ORIENTAR O DESENVOLVIMENTO DO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO.

O SISTEMA AMA FOI DESENVOLVIDO PARA OBTENÇÃO DE UMA BASE DE DADOS ANEMOMÉTRICOS COM HISTÓRICO DE LONGO PRAZO QUE APRESENTA PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS CONFIÁVEL ESTABELECIDOS PARA SUA UTILIZAÇÃO.

COM ESTA NOTA TÉCNICA, A EPE TRAZ TRANSPARÊNCIA E DIMINUI A ASSIMETRIA DE INFORMAÇÕES SOBRE OS DADOS ANEMOMÉTRICOS, APRESENTA DIVERSAS POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO DA BASE DE DADOS DO SISTEMA AMA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS PARA O SETOR ELÉTRICO NACIONAL E ABRE A DISCUSSÃO SOBRE DISPONIBILIZAÇÃO DESTES DADOS PARA O PÚBLICO EM GERAL.

DESTA FORMA, DESTACA-SE A IMPORTÂNCIA DESTE ASSUNTO PARA A PROMOÇÃO DE UMA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA ADERENTE ÀS POTENCIALIDADES, SEGURANÇA ENERGÉTICA, COMPETITIVIDADE, SUSTENTABILIDADE E VANTAGENS VISLUMBRADAS NO CENÁRIO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	30/04/2024	Publicação Original para Consulta Dirigida
1	03/12/2024	Revisão Geral e Adição da Análise e Resultados da Consulta Dirigida

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Ministro de Estado
Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário-Executivo
Arthur Cerqueira Valério

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Secretário de Energia Elétrica
Gentil Nogueira de Sá Júnior

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis
Pietro Adamo Sampaio Mendes

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
Vítor Eduardo de Almeida Saback



Presidente
Thiago Guilherme Ferreira Prado

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais
Thiago Ivanoski Teixeira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica
Reinaldo da Cruz Garcia

Diretor de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis
Heloísa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa
Carlos Eduardo Cabral Carvalho

<http://www.epe.gov.br>

■ Sumário

1	Introdução	9
2	Histórico do Sistema AMA	12
2.1	O Desenvolvimento do Sistema AMA	12
2.2	Evolução das Regras e Critérios	13
2.3	Evolução das Torres e Medições Anemométricas	15
2.4	Análise dos Dados enviados ao Sistema AMA	18
3	Estudos e Uso dos Dados	21
3.1	Guia de Boas Práticas para Instalação de Estações Anemométricas.....	21
3.2	Envio de Dados Brutos para o ONS	21
3.3	Estudo de Caracterização do Recurso Eólico	22
3.4	Boletim Trimestral e Dashboard	23
3.5	Dados Públicos Consolidados por Estado	24
3.6	Estatísticas Obtidas da Simulação da Geração Eólica na Região Nordeste	26
3.7	Avaliação da Geração de Usinas Híbridas Eólico-Fotovoltaicas.....	26
3.8	Plano Decenal de Energia (PDE).....	27
3.9	Atendimento à Demanda Máxima de Potência.....	28
3.10	Análises de Flexibilidade	29
3.11	Contratação de Eólicas por Quantidade ou Disponibilidade	29
3.12	Estudo de Lastro.....	30
3.13	Estudos para a Expansão da Transmissão – Região Nordeste.....	30
3.14	Vida Útil de Usinas Eólicas	30
4	Futuro do Sistema AMA: Oportunidades e Desafios	32
4.1	Responsabilidade pela Qualidade dos Dados	32
4.2	Início do Envio de Dados – Prazo Medições Iniciais	32
4.3	Quantidade e Localização das Torres Anemométricas	33
4.4	Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e Ambiente de Contratação Livre (ACL)	34
4.5	Publicidade dos Dados	35
4.5.1	Desafios e Riscos	38
4.6	Papel da EPE.....	39
5	Questões para Discussão	40
5.1	Quantidade e Localização das Torres Anemométricas.....	40
5.2	Envio de dados dos parques do ACL	40
5.3	Abertura e publicidade dos dados	40
5.4	Responsabilidade pela operação e manutenção do Sistema AMA	41
6	Análise e Resultados da Consulta Dirigida	42
6.1	Quantidade e Localização das Torres Anemométricas.....	42
6.2	Envio de dados dos parques do ACL	45
6.3	Abertura e publicidade dos dados	46
6.4	Responsabilidade pela operação e manutenção do Sistema AMA	49
7	Considerações Finais	51
8	Referências	52
	APÊNDICE 1: Parecer Jurídico sobre a Disponibilização de Dados do AMA	55
	APÊNDICE 2: Ofício nº 386/2018-DIR/ANEEL.....	56

■ Lista de Figuras

Figura 1 - Localização das estações anemométricas do Sistema AMA.....	10
Figura 2 - Primeira estação anemométrica a enviar dados para o Sistema AMA	15
Figura 3 - Sugestão de distribuição dos instrumentos em torres AMA.....	16
Figura 4 - Evolução do número de estações em operação no Sistema AMA	16
Figura 5 - Evolução da altura das estações anemométricas AMA.....	17
Figura 6 - Número de estações anemométricas AMA por estado.....	18
Figura 7 – Medições Inconsistentes.....	20
Figura 8 – Mudança de Patamar	20
Figura 9 - Medições de dois anemômetros	20
Figura 10 – Intervalo de direções de vento	20
Figura 11 – Intensidade de turbulência típica em parques na Bahia	22
Figura 12 - Perfil característico de <i>wind shear</i> no Rio Grande do Sul.....	23
Figura 13 - Boletim Trimestral - junho/2020	24
Figura 14 - Dashboard “Boletim da energia eólica” (atualização fevereiro/2024).....	24
Figura 15 - Dados Públicos Consolidados por Estado	25
Figura 16 - Download dos dados públicos por estado por área de atuação	25
Figura 17 – Exemplo de estatísticas analisadas na NT Índice histórico da densidade de potência dos ventos no Nordeste.....	26
Figura 18 – Análise da produção conjunta eólica e solar com corte decorrente do compartilhamento do MUST [20]	27
Figura 19 – Fatores de capacidade mensais por região do Nordeste [15]	27
Figura 20 - Disponibilidade de potência conjunta: eólica e solar [23].....	28
Figura 21 – Demanda bruta e demanda líquida (abatendo a geração eólica) [24]	29
Figura 22 - Métricas para cálculo do Lastro de Capacidade – Nordeste [27]	30
Figura 23 - Simulação para Litoral Nordeste – Ganhos de Fator de Capacidade mensal e anual com a repotenciação [28]	31
Figura 24 - Capacidade eólica instalada. (Fonte: Siga/ANEEL e AMA/EPE)	34
Figura 25 - Distribuição geográfica das Torres AMA e dos parques outorgados pela ANEEL	35
Figura 26 – Quantidade de torres por empreendedor que respondeu a Consulta Dirigida.	42

■ Lista de Tabelas

Tabela 1 - Instruções para as medições anemométricas e climatológicas em parques eólicos	14
Tabela 2 - Instruções para medições meteorológicas em parques eólicos	14
Tabela 3 - Faixas de temperatura aceitáveis por região	18
Tabela 4 - Faixas de valores de velocidade do vento aceitáveis.....	19

1 Introdução

Ao longo dos anos 2000, a energia eólica foi impulsionada no país por meio do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e dos Leilões de Energia, que em 2007, contaram com mecanismos dedicados à contratação desta fonte. Naquele início, dispunha-se de poucas medições de vento que permitissem um melhor conhecimento do recurso eólico e, por isso, foram criadas regras para fomentar a instalação de torres anemométricas nos locais dos parques.

Desta forma, em 2007, para o primeiro Leilão onde a fonte eólica foi incluída, as Instruções da EPE [1] já definiam requisitos de medições prévias aos Leilões de, no mínimo, 12 meses consecutivos. Em 2008, foi estabelecida através da Portaria MME 21, de 18 de janeiro [2], a apresentação de certificação de medições anemométricas e de estimativa de produção de energia. Em 2009, os requisitos de medições passaram a constar em outra Portaria do MME [3], onde se estabelecia a obrigatoriedade do *“fornecimento de histórico de medições contínuas da velocidade e da direção dos ventos, em altura mínima de cinquenta metros, por período não inferior a doze meses consecutivos, realizadas no local do parque eólico, integralizadas a cada dez minutos e com índice de perda de dados inferior a dez por cento, conforme estabelecido nas Instruções para Cadastramento”*.

Além das medições prévias, através do Edital do LER/2009 [4] foi apresentada a obrigatoriedade de realização de medições anemométricas e climatológicas no local dos parques vencedores do leilão durante todo o período de vigência do contrato. Estes dados passariam a ser enviados periodicamente à EPE com o objetivo de reunir informações com a frequência, a quantidade e a qualidade necessárias para fundamentar estudos elétricos e energéticos. Para tanto, ainda em 2009, a EPE publicou as “Instruções para as medições anemométricas e climatológicas do Leilão de Energia de Reserva 2009” [5], detalhando os requisitos para tais medições. **Criava-se assim as bases para o que viria a ser denominado Sistema de Acompanhamento de Medições Anemométricas – AMA¹.**

Com a publicação da Portaria MME 29, de 28 de janeiro de 2011 [6], foi definido que os contratos decorrentes dos leilões *“deverão iniciar as medições anemométricas e climatológicas permanentes dos ventos no local do parque de geração, na altura do eixo dos aerogeradores, em até cento e oitenta dias após a assinatura do Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado - CCEAR ou do Contrato de Energia de Reserva – CER”* e que as medições deveriam ser transmitidas à EPE a fim de integrar uma base pública referencial para os estudos de geração eólica.

Para cumprimento das determinações do MME, coube à EPE o recebimento dos dados de medições e definição das regras para envio de pendências, especificações de equipamentos a serem utilizados, desenvolvimento de software específico para recebimento e tratamento dos dados e outras atividades fundamentais para a criação de uma base de dados de qualidade. Deste modo, desde 2011, a EPE recebe quinzenalmente os dados das medições anemométricas e climatológicas dos parques vencedores dos leilões, via Sistema AMA, que foi criado especificamente para este fim.

Atualmente, o documento vigente com as Instruções para medições meteorológicas em parques eólicos é a Nota Técnica NT EPE-DEE-RE-057/2016-R4 [7].

¹ Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/acesso-restrito/sistema-ama>

O Sistema AMA conta atualmente com recebimento de dados de 665 estações anemométricas, formando, possivelmente, a maior base de dados de estações de alta qualidade a nível mundial. São 631 parques do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e 34 parques do Mercado Livre de Energia (ACL), que apesar de não terem obrigatoriedade de envio, mantêm o histórico de dados, proporcionando a caracterização do recurso em áreas onde não existem parques do ACR instalados, especialmente no Rio Grande do Sul (Figura 6).

Este impressionante avanço na coleta de dados, permitiu um amplo conhecimento do recurso eólico em várias áreas do país, melhorando as estimativas de produção e os estudos de planejamento e, conseqüentemente, maior confiabilidade das projeções.

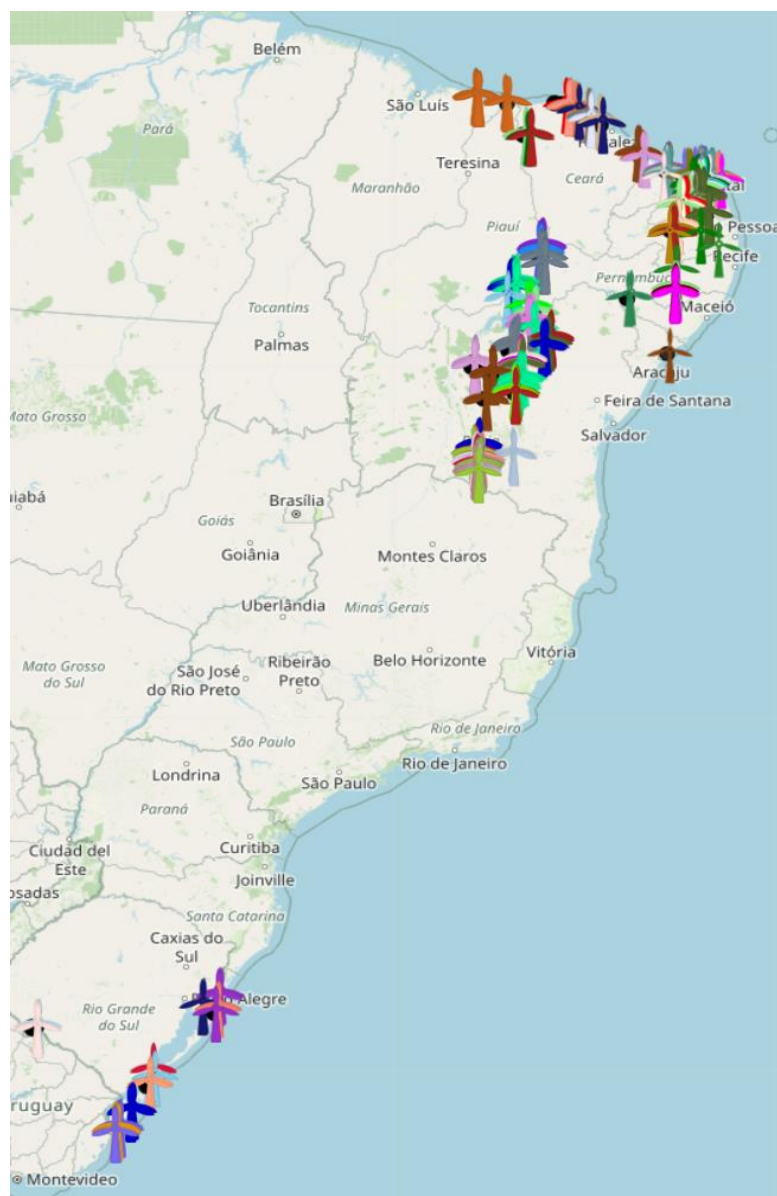


Figura 1 - Localização das estações anemométricas do Sistema AMA

Assim, esta Nota Técnica busca retratar a evolução das regras do Sistema AMA nestes 15 anos desde que foi estabelecido, e dos 13 anos de registros (iniciados em fevereiro de 2011), apresentando a quantidade de estações, os aprendizados na instalação e manutenção das torres, os aprimoramentos de requisitos, bem como os estudos de planejamento energético que se desdobraram a partir dos dados.

Por fim, conhecido o contexto, o histórico, os desafios e aprendizados, são levantadas algumas questões para discussão sobre eventuais aprimoramentos de regras e do futuro do Sistema AMA, no cenário em que a energia eólica já figura como a 3ª maior fonte em capacidade instalada na matriz elétrica nacional, com tendência de crescimento contínuo, e em que o mercado se mostra cada vez mais dinâmico, com novos modelos de negócio.

A primeira versão da Nota Técnica foi voltada para os agentes do Sistema AMA e continha questionamentos sobre o futuro desta base de dados, discutidos em consulta dirigida a estes. A presente versão incorpora e analisa as contribuições recebidas na consulta aos agentes, trazendo uma visão de futuro e, desta vez, sendo disponibilizada ao público geral.

2 Histórico do Sistema AMA

A criação e a evolução da base de dados do Sistema AMA acompanham o desenvolvimento da energia eólica no Brasil. Desde o primeiro Atlas Eólico do país [8], produzido em 2001, se reconhecia a falta de dados anemométricos consistentes e confiáveis, medidos sem influências aerodinâmicas de obstáculos, rugosidade e relevo. Naquela época, o conhecimento do potencial eólico no país era de grande importância para a atração de investimentos e o desenvolvimento do mercado eólico nacional. Nesse contexto, se fez relevante a criação de uma base de dados anemométricos que fornecesse um histórico de longo prazo, apresentando procedimentos de medição e tratamento que a tornassem confiável. Além disso, o objetivo era que a base de dados servisse como ferramenta ao planejamento energético nacional, ao permitir a caracterização do potencial de geração eólica no Brasil, incluindo a identificação de diversidades regionais e de correlações com os regimes hídricos.

A partir dessas motivações, foi idealizado e implementado o Sistema AMA na Empresa de Pesquisa Energética - EPE. A seguir, são apresentados o histórico de criação e desenvolvimento do sistema, as alterações em suas regras e critérios ao longo do tempo e a evolução da base de dados em si. Como o funcionamento do Sistema AMA compreende o período desde o início do desenvolvimento do mercado de energia eólica no Brasil até os dias atuais, essa análise permite identificar, por exemplo, como se deu o aproveitamento da fonte eólica em termos geográficos e tecnológicos no país.

2.1 O Desenvolvimento do Sistema AMA

Desde 2009, quando ocorreu o primeiro leilão para contratação exclusiva de fonte eólica (LER nº 03/2009), os vendedores contemplados em Contratos de Energia de Reserva devem realizar medições anemométricas e climatológicas permanentes dos ventos no local do parque de geração e transmiti-las à EPE. Em 2011, essa obrigatoriedade passou a valer para os parques eólicos com contrato assinado no Ambiente de Contrato Regulado (ACR), que deveriam instalar uma estação de medição e registro de dados anemométricos e climatológicos. Segundo a Portaria que trouxe esse comando [3], os registros das medições deveriam ser enviados à EPE para que fossem integrados a uma *“base pública referencial para estudos de geração eólica”*.

Desta forma, o Sistema AMA (Sistema de Acompanhamento das Medições Anemométricas) foi criado e implementado pela EPE para recebimento e gerenciamento da base de dados. Contudo, é importante ressaltar que os dados não são de propriedade da EPE e o proprietário do parque eólico poderá dispor deles livremente para verificação, controle e operação do parque [7].

A primeira versão das Instruções para as medições anemométricas e climatológicas foi emitida em outubro de 2009, [5]. Posteriormente complementada, revisada e atualizada até a versão vigente de março de 2023 [7]. Em janeiro de 2011, foi emitida a primeira versão do Manual do Usuário do AMA [9], posteriormente revisado e atualizado para o documento N° EPE-DEE-RE-108/2016 – r0 [10].

Já em 2013, iniciou-se a divulgação de informações a partir da base de dados do AMA. O primeiro estudo emitido foi a Nota Técnica “Caracterização do Recurso Eólico e Resultados Preliminares de sua Aplicação no Sistema Elétrico” [11], que permitiu a caracterização de três regiões eólicas no Brasil, as quais se distinguem por características importantes para o projeto de parques eólicos, especificação de aerogeradores e valores de fatores de capacidade. No mesmo ano, a EPE passou a disponibilizar em seu site, séries históricas de médias horárias, consolidadas por estado, de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade média e permanência de velocidade do vento de estações de medição instaladas em 180 parques eólicos, localizados no Rio Grande do

Norte (73), Bahia (51), Ceará (28) e Rio Grande do Sul (28). Os dados cobriam o período de janeiro de 2012 a junho de 2013. Atualmente encontram-se disponíveis as séries históricas² de médias horárias, consolidadas por estado e por ano, desde 2012 até 2023. A seção 3.5 traz mais informações sobre essa divulgação.

A partir do ano de 2014, também foram disponibilizados, no site da EPE, os Boletins Trimestrais de Energia Eólica, com o objetivo de divulgar índices que descrevem a disponibilidade do recurso energético eólico (índice de energia) e o potencial de transformação desse recurso em energia elétrica (índice de produção) ao longo do tempo, de modo a constituir históricos de longo prazo úteis para os estudos de planejamento da oferta de energia elétrica.

No ano de 2016, foi firmado acordo operacional entre a EPE e ONS com o objetivo de estabelecer a integração, a cooperação e a instituição de diretrizes de relacionamento e intercâmbio de dados e informações entre as instituições, buscando a otimização e o aumento da eficiência no Setor Elétrico Brasileiro. Como este acordo, a EPE passou a disponibilizar os dados do Sistema AMA para o ONS, os quais são enviados quinzenalmente.

Desde a criação do Sistema AMA, os dados provenientes do banco de dados, subsidiaram diversos estudos, que serão detalhados nas próximas seções, e ajudaram na caracterização do potencial eólico do Brasil. Sua disponibilização pública é realizada pela EPE na forma de dados agregados por estado, nos Boletins Trimestrais da Energia Eólica e, mais recentemente, em formato interativo através do Dashboard Boletim da Energia Eólica³.

2.2 Evolução das Regras e Critérios

O Sistema AMA foi concebido para receber, quinzenalmente, arquivos padronizados contendo as medições realizadas em igual período para cada estação anemométrica. Atualmente, as estações devem ser compostas por, no mínimo, três anemômetros, dois indicadores da direção do vento (*wind vane*), um barômetro, um termômetro e um higrômetro.

A Nota Técnica “Instruções para medições meteorológicas em parques eólicos” – NT EPE-DEE-RE-057/2016-R4 [7] é o documento orientativo com os requisitos para o cumprimento das determinações legais e infralegais estabelecidas pela Portaria MME 29, de 28 de janeiro de 2011 e pela Resolução Normativa ANEEL 921, de 23 de fevereiro de 2021, referentes às medições, localização e especificações das torres e instrumentos, bem como períodos de interrupção e índices de perdas aceitáveis.

As medições são realizadas a cada segundo e integralizadas em intervalos de 10 minutos, conforme procedimento internacional (vide normas MEASNET e IEC citadas nas Instruções). Para cada anemômetro, obtêm-se as velocidades máxima e mínima verificadas no intervalo de integralização, a velocidade média e o desvio-padrão das medidas do intervalo. Para cada *wind vane* obtêm-se a direção média e o desvio-padrão das medidas no intervalo de integralização. Os instrumentos climáticos fornecem médias de 10 minutos. Todas as medições são sincronizadas em UTM-3horas, evitando-se, portanto, assincronias por diferenças de fuso ou horário de verão.

Os registros das medições são inspecionados automática e visualmente em programas computacionais, desenvolvidos pela própria EPE, para a detecção de inconsistências, falhas e defeitos em equipamentos. As análises baseadas nas medições são igualmente realizadas em rotinas computacionais desenvolvidas pela EPE.

² Disponível em: <https://amadvp.epe.gov.br/>

³ Disponível em <https://dashboard.epe.gov.br/apps/boletimeol/>

Para assegurar a qualidade e a confiabilidade das medições, as estações de medição obedecem aos padrões e procedimentos estabelecidos pela IEC e a EPE mantém permanente troca de informações técnicas com responsáveis pelos parques eólicos, além de contar com a colaboração da ANEEL e da CCEE.

Abaixo são apresentadas tabelas comparativas com o resumo dos principais itens, critérios e regras das instruções para medições anemométricas ao longo do tempo, desde o primeiro documento DEA 14/09 até a revisão atual da NT EPE-DEE-RE-057/2016-R4 vigente.

Tabela 1 - Instruções para as medições anemométricas e climatológicas em parques eólicos

	DEA 14/09	DEA 09/10	DEA 08/11	DEA 04/12	DEA 10/13	DEA 16/13	DEA 08/14
Anemômetro	2	2	2	3	3	3	3
Windvane	2	2	2	2	2	2	2
Termômetro	1	1	1	1	1	1	1
Higrômetro	1	1	1	1	1	1	1
Barômetro	1	1	1	1	1	1	1
Datalogger	1	1	1	1	1	1	1
Classe Anemômetro	Class 1	Class 1	Class 1	Class 1	Class 1	Class 1	Class 1
Calibração Anemômetro	MEASNET	MEASNET	MEASNET	MEASNET	MEASNET	MEASNET	MEASNET
Interrupção de Medições	15 dias	15 dias	15 dias	15 dias	30 dias	30 dias	30 dias
Índice Perdas	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%
Intervalo para Recalibração	24 meses	24 meses	24 meses	24 meses	24 meses	24 meses	24 meses
Recalibração Anemômetro	MEASNET	MEASNET	MEASNET	MEASNET	MEASNET	MEASNET	MEASNET
Prazo Interrupção (Vandalismo/Substituição)	-	-	-	90 dias	90 dias	90 dias	90 dias
Atraso no envio das medições	-	-	-	60 dias	60 dias	60 dias	60 dias

Tabela 2 - Instruções para medições meteorológicas em parques eólicos

	DEE 057_16_R0	DEE 057_16_R1	DEE 057_16_R2	DEE 057_16_R3	DEE 057_16_R4
Anemômetro	3	3	3	3	3
Windvane	2	2	2	2	2
Termômetro	1	1	1	1	1
Higrômetro	1	1	1	1	1
Barômetro	1	1	1	1	1
Datalogger	1	1	1	1	1
Classe Anemômetro	Class 1	Class A / Class B	Class A / Class B	Class A / Class B	Class A / Class B
Calibração Anemômetro	MEASNET	MEASNET	MEASNET / IECRE	MEASNET / IECRE	MEASNET / IECRE
Utilização RSD, LIDAR E SODAR	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Interrupção Anemômetros/Dataloggers	30 dias	30 dias	30 dias	30 dias	30 dias
Interrupção Demais Equipamentos	30 dias	30 dias	60 dias	60 dias	60 dias
Índice Perdas	15%	15%	20%	20%	20%
Intervalo para Recalibração	36 meses	36 meses	36 meses	36 meses	36 meses
Recalibração Anemômetro	MEASNET	MEASNET	MEASNET / IECRE	MEASNET / IECRE	MEASNET / IECRE
Prazo Interrupção por Vandalismo	90 dias	90 dias	90 dias	90 dias	90 dias
Prazo Substituição Programada e demais motivos	90 dias	90 dias	60 dias	60 dias	60 dias
Prazo para comunicar a EPE	15 dias	15 dias	15 dias	15 dias	15 dias
Atraso no envio das medições	60 dias	60 dias	60 dias	60 dias	60 dias
Revisão Eletromecânica Anemômetro	Não	Não	Sim	Sim	Sim

Destaca-se que a versão atual passou a aceitar o uso de equipamentos de medição remota, como LIDAR (*Light Detection and Ranging*) e SODAR (*Sound Detection and Ranging*).

2.3 Evolução das Torres e Medições Anemométricas

A base de dados do Sistema AMA se consolidou como essencial para o setor, sendo utilizada para diversos estudos de planejamento e operação do sistema elétrico brasileiro. Além dos dados de velocidade e direção do vento, também são registrados dados de temperatura, pressão e umidade relativa. Os dados são coletados a cada segundo e integralizados em intervalos de 10 minutos.

O primeiro registro de dados de medições encaminhado para o Sistema AMA ocorreu em 24 fevereiro de 2011, realizadas em uma torre localizada no litoral do Ceará. A Figura 2 apresenta a vista geral dos sensores (à esquerda) e a vista panorâmica (à direita) da primeira estação anemométrica a enviar dados para o Sistema AMA. Esta torre, de estrutura treliçada, com seção triangular, possuía 80 metros de altura.

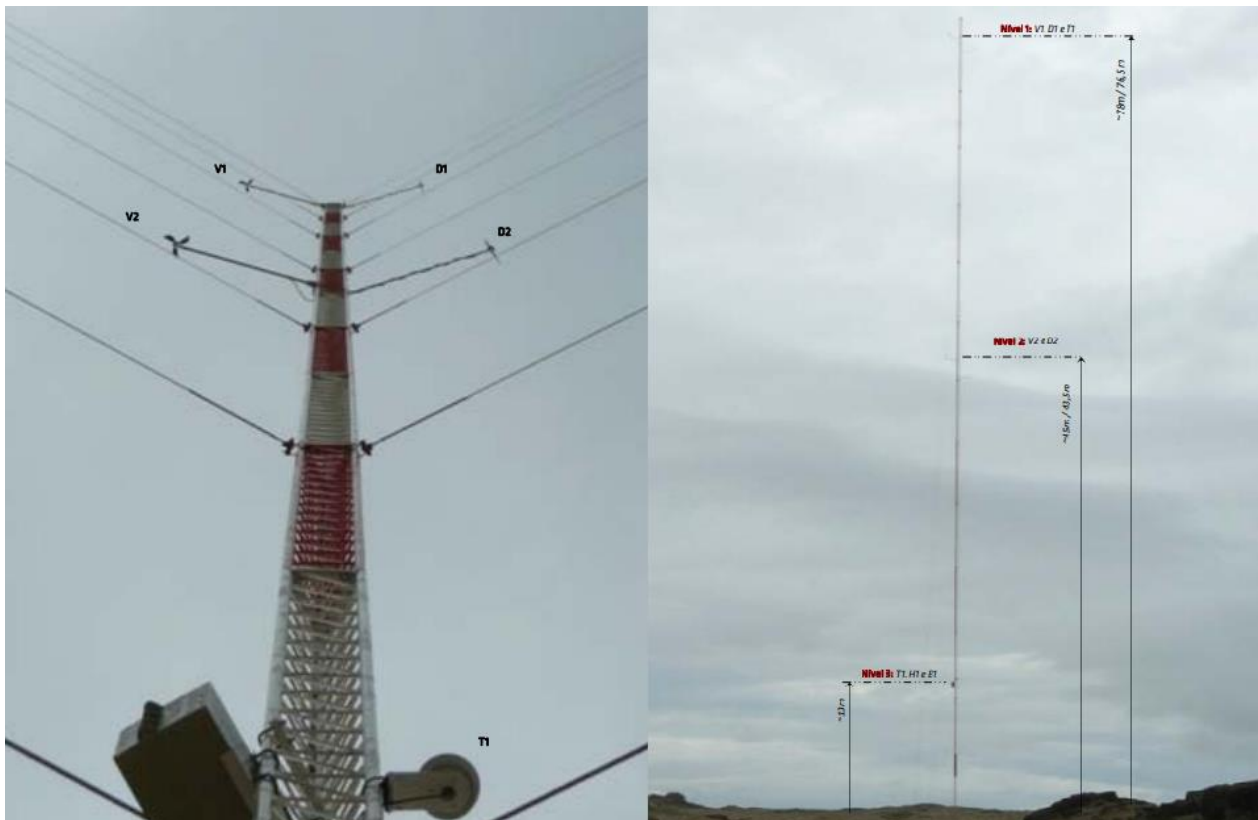


Figura 2 - Primeira estação anemométrica a enviar dados para o Sistema AMA

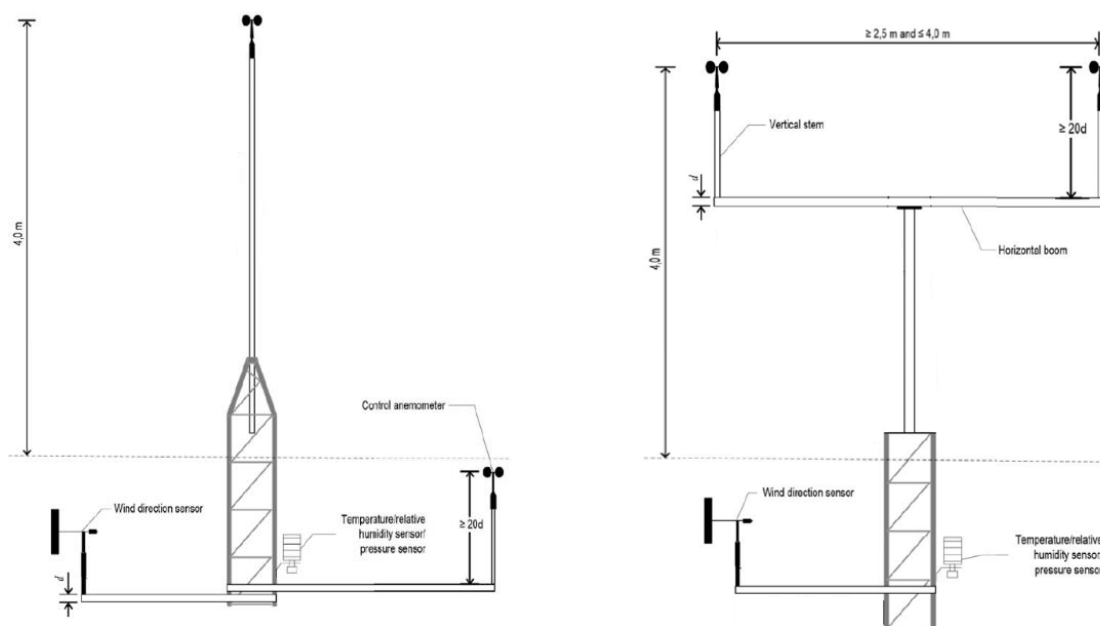


Figura 3 - Sugestão de distribuição dos instrumentos em torres AMA

Em dezembro de 2011, 72 estações anemométricas enviavam dados para o Sistema. Com o aumento da competitividade da energia eólica e com a realização de diversos leilões de energia na década passada, o Sistema AMA passou a contar com 665 estações em operação em dezembro de 2023 (Figura 4).

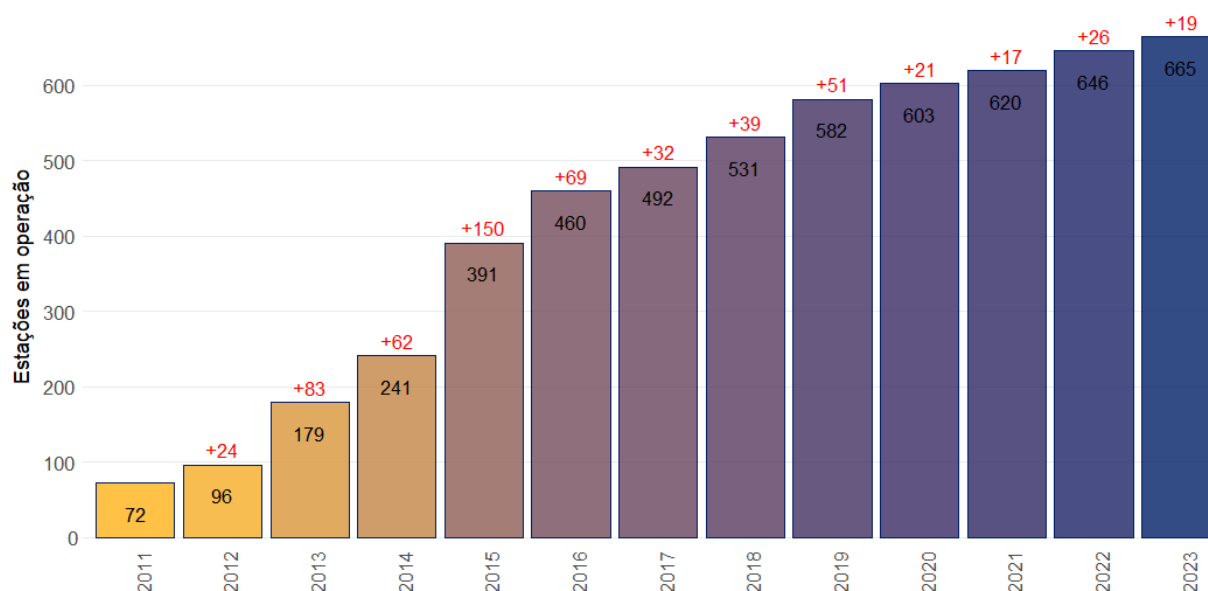


Figura 4 - Evolução do número de estações em operação no Sistema AMA

A altura média das estações anemométricas em operação do Sistema AMA é 96 metros. A Figura 5 ilustra a evolução da altura das torres do sistema AMA através de um diagrama de caixa, onde os pontos vermelhos representam a média da altura das torres em cada ano.

Observa-se um aumento da altura das estações instaladas a partir de 2017. Este aumento da altura da torre está associado ao aumento da altura do eixo dos aerogeradores cadastrados em projetos de leilões de energia, a partir deste ano. Mais da metade dos aerogeradores cadastrados apresentaram rotores com altura do eixo acima de 120 m, tendência que pode ser vista em detalhes no Caderno de Tecnologias de Geração⁴, publicado pela EPE em 2023. Segundo as “Instruções” da EPE [7], o anemômetro superior deverá ser instalado em altura do solo igual à do eixo das turbinas do parque eólico, o que justifica o aumento da altura das estações anemométricas nos últimos anos.

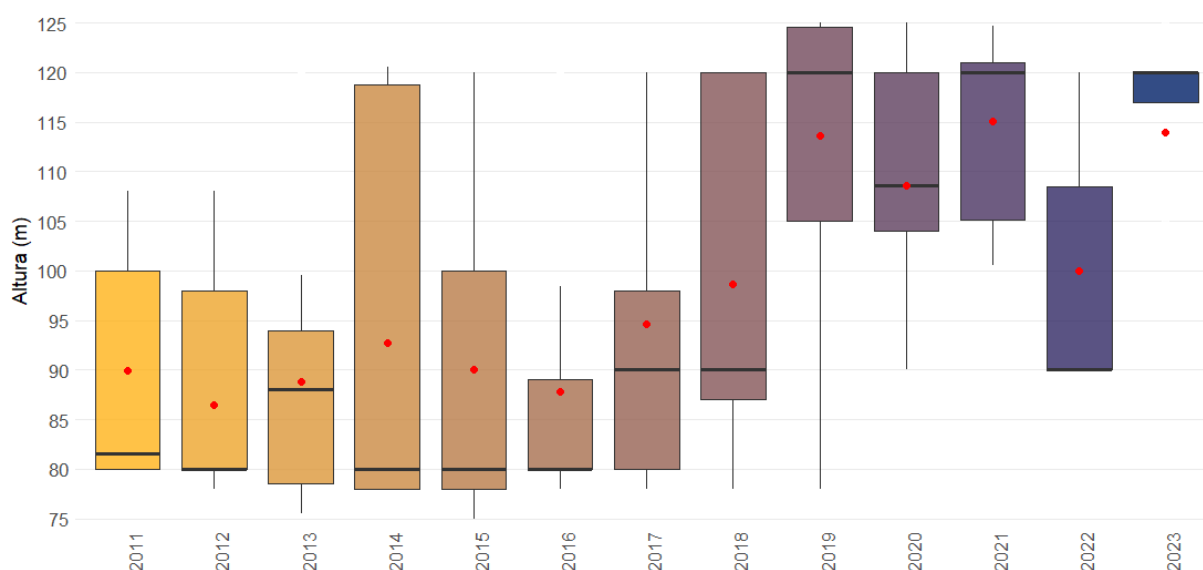


Figura 5 - Evolução da altura das estações anemométricas AMA

Chama a atenção no gráfico acima, a redução de alturas das torres AMA em 2022, que se justifica em função da pequena amostra nesse ano (contemplando apenas dois complexos) e pela concepção mais antiga destes projetos, vencedores do leilão de 2019, com aerogeradores de menor altura.

Destaca-se uma expressiva concentração de estações anemométricas nos estados do Rio Grande do Norte e da Bahia: as torres instaladas nestes estados totalizam 394 estações, o que representa mais da metade de todas as estações anemométricas ativas no Sistema AMA. Dentre as estações pertencentes ao ACL, 30 das 34 estações ativas estão localizadas na extremidade sul do litoral do Rio Grande do Sul, sendo de grande importância para a caracterização do recurso eólico nessa região (Figura 6).

⁴ Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/caderno-de-tecnologias-de-geracao>

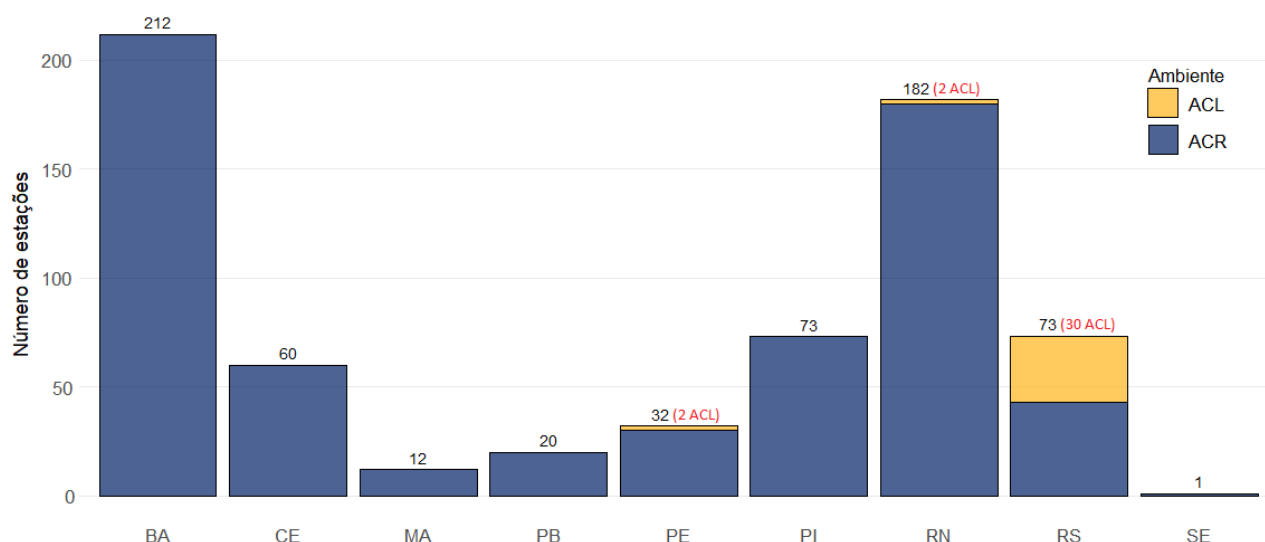


Figura 6 - Número de estações anemométricas AMA por estado

2.4 Análise dos Dados enviados ao Sistema AMA

Para análise dos dados encaminhados pelos empreendedores ao Sistema AMA, foram desenvolvidas algumas rotinas automáticas, baseadas em metodologias para identificação de medições suspeitas de erros. Primeiramente, os arquivos de medições passam por um processo de verificação de medições implausíveis (validação de limites). As medições definidas como implausíveis são aquelas fisicamente impossíveis ou muito improváveis de acontecer. São estas:

- Pressão atmosférica (P): $P < 800 \text{ hPa}$ ou $P > 1060 \text{ hPa}$;
- Temperatura (T): $T < -15^\circ\text{C}$ ou $T > 50^\circ\text{C}$;
- Umidade relativa do ar (U): $U < 0\%$ ou $U > 110\%$;
- Velocidade média do vento (10 min) (Vmed): $V_{\text{med}} < 0 \text{ m/s}$ ou $V_{\text{med}} > 50 \text{ m/s}$;
- Velocidade máxima do vento em 1 segundo (Vmax): $V_{\text{max}} < 0 \text{ m/s}$ ou $V_{\text{max}} > 70 \text{ m/s}$.

A EPE, ao longo do tempo, também implementou verificações automáticas das medições implausíveis mais refinadas, com base na observação histórica das medições (validação temporal) e melhor conhecimento dos valores estimados de algumas variáveis climáticas. Atualmente os parâmetros de verificação são:

Pressão atmosférica: calcula-se a pressão estimada para o local da medição (P_{est}) através da equação $P_{\text{est}} = 1013,25 \times (1 - \text{Alt} \times 2,25577 \times 0,00001)^{5,25588}$ descrita em [12], sendo *Alt* a altura do barômetro somada à altitude da torre de medição. A pressão medida válida deve estar entre 1,026 e 0,974 da pressão estimada para o local, caso contrário, a medição é marcada como incorreta.

Temperatura: após avaliação das características das regiões do país onde há parques cadastrados no AMA, segmentaram-se três regiões pelas coordenadas UTM Norte e definiram-se limites máximos e mínimos de temperaturas plausíveis. O quadro a seguir mostra as faixas de temperatura consideradas coerentes por localização geográfica.

Tabela 3 - Faixas de temperatura aceitáveis por região

Coordenada UTM Norte (L)	Temperatura (T) [°C]
$L > 9.150.000$	$14 \leq T \leq 38,5$
$8.150.000 \leq L \leq 9.150.000$	$8 \leq T \leq 39$
$L < 8.150.000$	$-3,5 \leq T \leq 40$

Umidade relativa: também seguindo histórico observado, verificou-se que não há ocorrência de medições coerentes de umidade relativa abaixo de 9,5%. Portanto, passa-se a atribuir a faixa de valores válidos dentro do intervalo aberto entre 9,5 e 110%.

Velocidade do vento: dada a complexidade da medição foram definidas várias faixas de variação de acordo com o tipo de medição (média, máxima, mínima ou desvio padrão) e a localização geográfica. A tabela a seguir resume as faixas de medições consideradas plausíveis.

Tabela 4 - Faixas de valores de velocidade do vento aceitáveis

Coordenada UTM Norte (L)	Medição	Velocidade (V) [m/s]
Todas	Média	$0 < V < 45$
	Máxima	$0 < V < 55$
	Mínima	$0 < V < 30$
$L > 9.150.000$	Desvio Padrão	$0 < V < 7$
$8.150.000 \leq L \leq 9.150.000$		$0 < V < 7$
$L < 8.150.000$		$0 < V < 11$

Direção de vento: a regra para inconsistência de medições de direção é baseada somente nas inconsistências físicas, sendo que a média não pode estar fora do intervalo entre 0 e 360° e o desvio padrão não pode ser diferente do intervalo entre 0 e 180°.

Além das faixas indicadas, a medição de velocidade ainda recebe outra verificação particular, a análise de inversão de canais (validação lógica). Nesta análise não pode haver medição de velocidade média superior à máxima, ou inferior à mínima. A mesma se aplica à mínima e à máxima, onde a mínima não pode ser superior à máxima e a máxima não pode ser inferior à mínima. Para esses casos, os erros são assinalados no respectivo anemômetro onde o problema é encontrado.

Após a marcação automática de medições inconsistentes, o Sistema AMA faz algumas análises que geram avisos à equipe AMA, para análise visual e averiguação das medições possivelmente incoerentes. Os procedimentos de aviso são:

- Relatório de Linhas Repetidas;
- Relatório de Quantidade de Erros;
- Relatório de Medições Interrompidas;
- Relatório de Medições Travadas (verificação temporal).

Após a primeira análise e marcação de dados espúrios feitas de forma automática, a equipe responsável pelo Sistema AMA inicia um processo de garantia de qualidade, a fim de manter um nível de qualidade satisfatório (medições suficientemente consistentes e sem grandes discontinuidades) para que os dados possam ser disponibilizados (para usuários em potencial) e utilizados com confiança.

O processo de garantia de qualidade é efetuado para cada torre. Dada a grande variação dos valores possíveis de medição, em especial dos valores de velocidade do vento, a comparação visual entre parques acaba por ser importante tarefa na verificação de medições incorretas. A principal ferramenta utilizada para comparação de torres é a “correlação”, disponibilizada no site do Sistema AMA⁵.

⁵ A ferramenta de correlação do Sistema AMA pode ser acessada tanto por analistas da EPE quanto por empreendedores, porém os empreendedores têm acesso somente às suas próprias estações. Disponível em: <http://ama.epe.lan/CorrelacaoParques.aspx>.

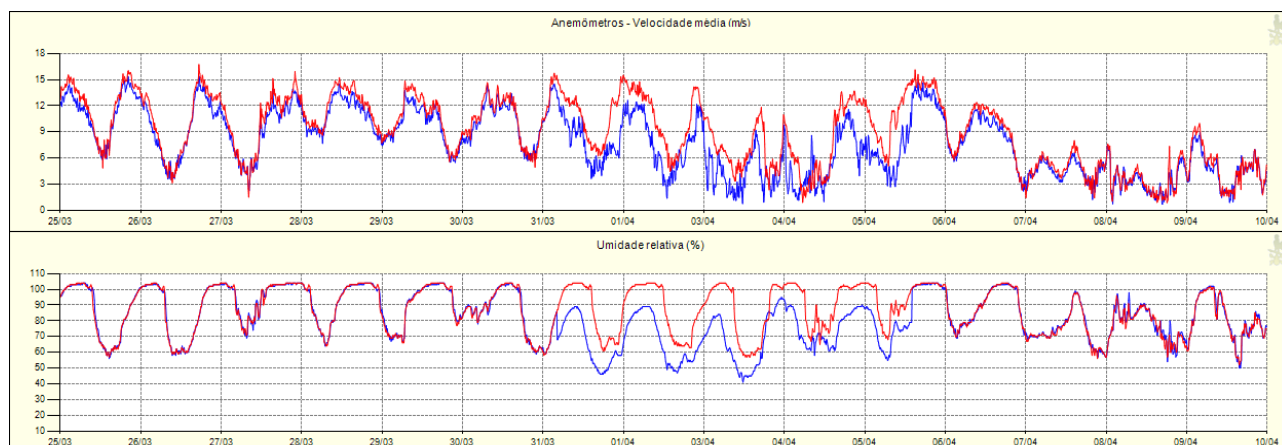


Figura 7 – Medições Inconsistentes

Tal ferramenta permite que duas estações anemométricas sejam comparadas graficamente e numericamente correlacionadas. Tais comparações só funcionam nos períodos em comum das torres. Não há como avaliar períodos diferentes nessa ferramenta.

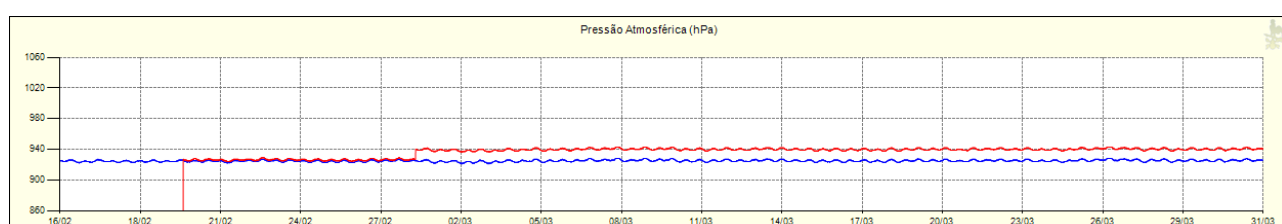


Figura 8 – Mudança de Patamar

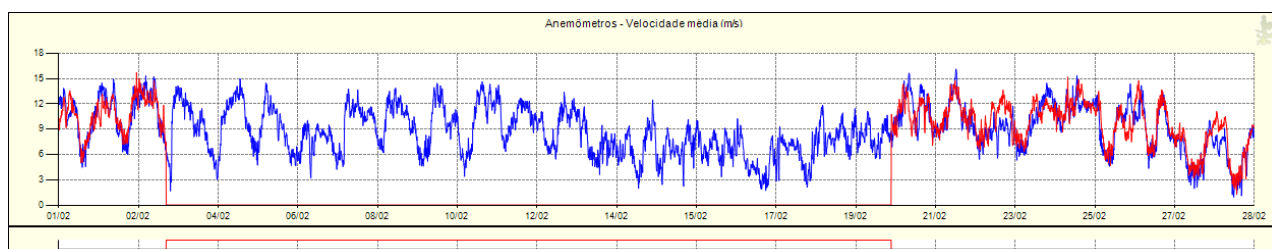


Figura 9 - Medições de dois anemômetros

Os cálculos e os gráficos são efetuados para todas as medições de média de velocidade e direção do vento, temperatura, umidade e pressão, sendo que as medições com erros assinalados são excluídas dos cálculos.

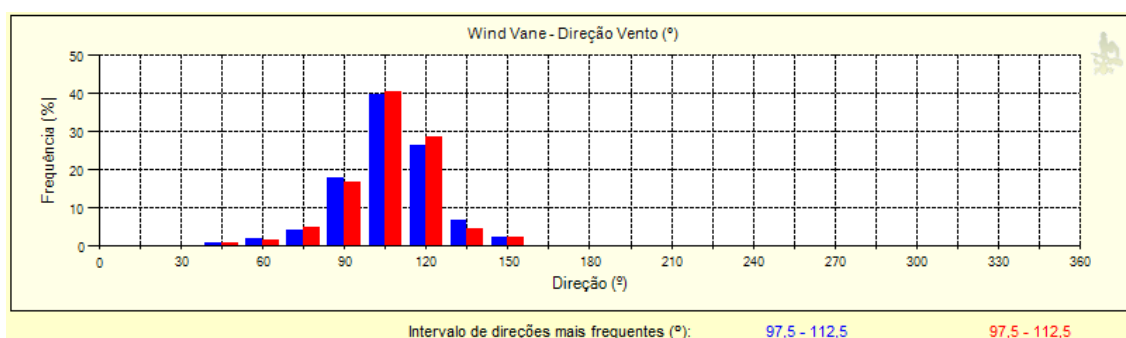


Figura 10 – Intervalo de direções de vento

Ressalta-se que essas verificações mantem uma tarefa contínua e bastante pesada para os analistas e que aumenta a cada inclusão de nova torre no Sistema, mas que é através destes procedimentos visuais e comparações entre medições de parques próximos, que se atestam a qualidade dos dados.

3 Estudos e Uso dos Dados

A base de dados proveniente do Sistema AMA é empregada em diversos estudos que contribuem para o planejamento energético do Brasil. A seguir são descritas algumas de suas aplicações. Além destes, há uma série de outros estudos disponíveis no site da EPE⁶.

3.1 Guia de Boas Práticas para Instalação de Estações Anemométricas

O Guia de Boas Práticas para Instalação de Estações Anemométricas [13], elaborado pela EPE e GIZ a partir do programa de cooperação técnica Brasil-Alemanha, foi publicado em 2015 com o objetivo de apresentar o estado da arte e orientações aos agentes de mercado sobre os processos de seleção de localidade, direcionamento, montagem, instrumentação e manutenção.

A partir das orientações apresentadas neste documento, é então esperada, por parte dos usuários do Sistema AMA e desenvolvedores de parques eólicos que venham a instalar novas torres anemométricas, a capacidade de avaliar de forma geral a qualidade da estrutura e dos procedimentos realizados, evitando riscos de não atendimento das obrigações e demandas apresentadas no documento.

O guia está disponível no site da EPE⁶, em formato de relatório e em versão interativa, e serve de referência para os critérios de instalação das torres anemométricas de forma a obter dados confiáveis.

3.2 Envio de Dados Brutos para o ONS

No ano de 2016, foi firmado um acordo de cooperação técnico-operacional⁷ entre a EPE e o ONS com o objetivo de estabelecer a integração, a cooperação e a instituição de diretrizes de relacionamento e intercâmbio de dados e informações entre as instituições, buscando a otimização e o aumento da eficiência no Setor Elétrico Brasileiro. Como este acordo, a EPE passou a disponibilizar os dados brutos das torres do Sistema AMA para o ONS.

Atualmente, o ONS utiliza os dados de velocidade do vento oriundos do Sistema AMA para a montagem do melhor histórico de velocidade do vento – MHV, utilizado na previsão de geração eólica, realizada pelo modelo WEOL, para o horizonte da programação diária, ou seja, com o horizonte de um dia até nove dias à frente.

Para montagem do melhor histórico de velocidade do vento são utilizadas as informações advindas do Sistema de Supervisão e Controle do ONS em tempo real, através do PI System e dos dados das torres anemométricas, fornecidos a cada 15 dias para a EPE e armazenados no Sistema AMA.

O processo de montagem do MHV consiste em obter o melhor histórico dos dados de velocidade do vento, sendo consideradas cinco possibilidades para preenchimentos de falhas no histórico de vento. Como os dados de velocidade do vento oriundos do Sistema AMA, de forma geral, apresentam boa qualidade, os dados do MHV são preenchidos com o dado do AMA em todas as posições em que este seja considerado válido. Maiores detalhes sobre a obtenção do melhor histórico de velocidade do vento podem ser obtidos em [14].

⁶Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/acesso-restrito/sistema-ama>

⁷ Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/a-epe/acesso-a-informacao/convenios-transferencias-e-acordos>

3.3 Estudo de Caracterização do Recurso Eólico

Conforme mencionado, em 2013 foi publicada a Nota Técnica “Caracterização do Recurso Eólico e Resultados Preliminares de sua Aplicação no Sistema Elétrico” [11], que permitiu a caracterização de três regiões eólicas no Brasil. Este foi o primeiro documento divulgado pela EPE com dados do Sistema AMA.

O estudo apresentou os critérios e as bases de cálculo considerados para caracterizar o recurso energético nas três áreas onde se concentravam os parques eólicos vencedores dos leilões realizados entre 2009 e 2011 (litoral Nordeste, Bahia e Rio Grande do Sul), mostrando também gráficos com as características gerais do vento, os índices de potência e energia utilizados para a construção de séries históricas, bem como as médias mensais resultantes da estimativa por simulação dos ciclos diários de geração e da permanência de geração, que se traduzem em índices confiabilidade da geração eólica, e os fatores de capacidade das usinas.

A Figura 11 e a Figura 12 apresentam exemplos de gráficos de intensidade de turbulência típica e perfis característicos de vento nas regiões contempladas pela Nota Técnica.

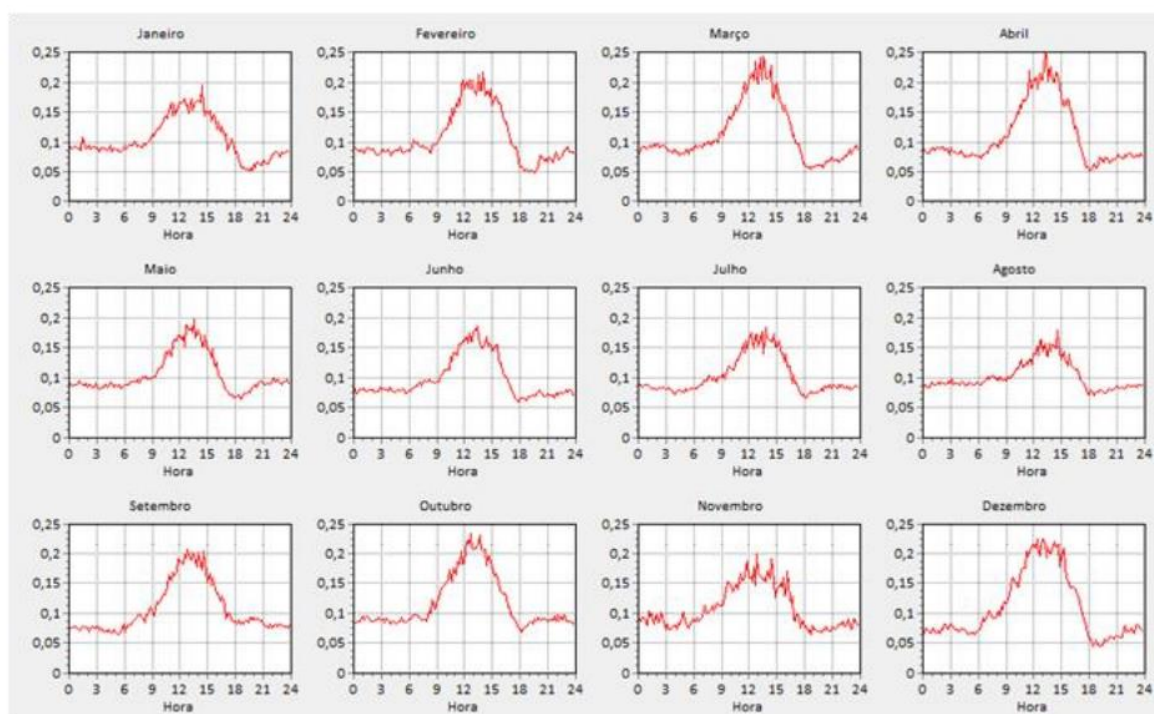


Figura 11 – Intensidade de turbulência típica em parques na Bahia

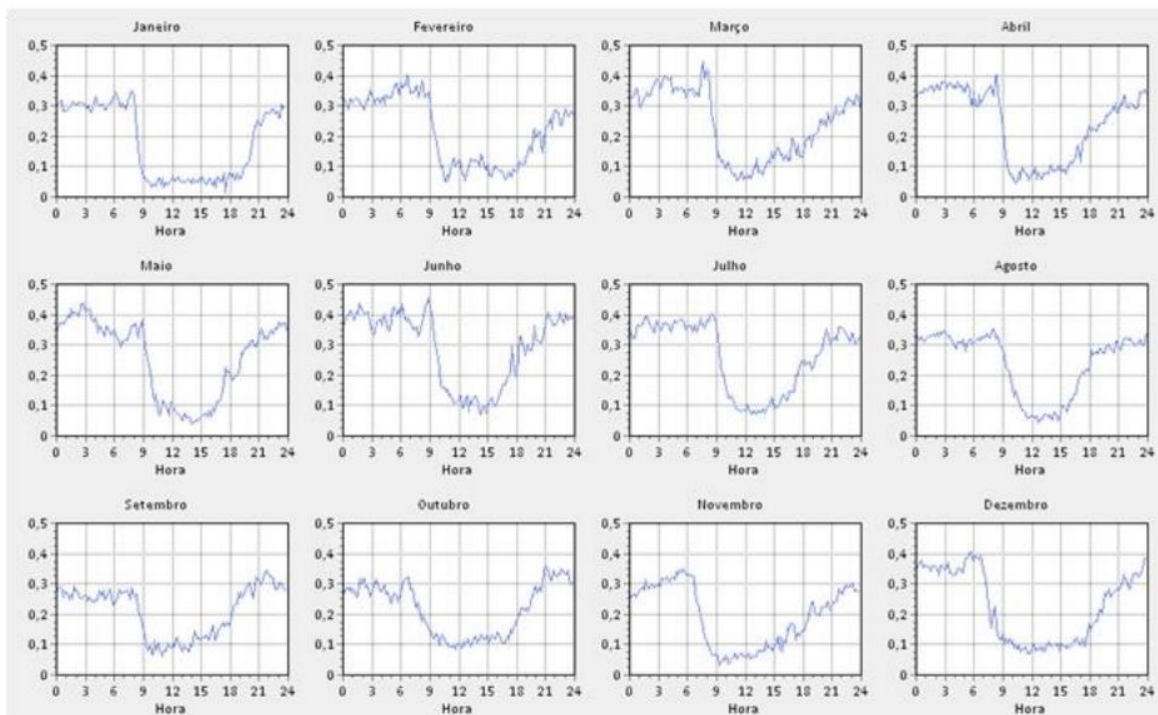


Figura 12 - Perfil característico de *wind shear* no Rio Grande do Sul

Esta Nota Técnica também serviu de base para os Boletins Trimestrais e o Dashboard de energia eólica apresentados adiante.

3.4 Boletim Trimestral e Dashboard

O primeiro Boletim Trimestral da Energia Eólica⁸ foi publicado em junho de 2014 e foram emitidas várias atualizações até junho de 2020. Em fevereiro de 2024, a publicação do Boletim foi retomada no formato de Dashboard Interativo⁹.

O objetivo do Boletim é divulgar índices que descrevem a disponibilidade do recurso eólico e o potencial de transformação desse recurso em energia elétrica. Esses índices são calculados com base nas medições de velocidade do vento, temperatura, pressão e umidade relativa das estações anemométricas do Sistema AMA.

⁸ Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/boletim-trimestral-de-energia-eolica>

⁹ Disponível em: <https://dashboard.epe.gov.br/apps/boletimeol/>

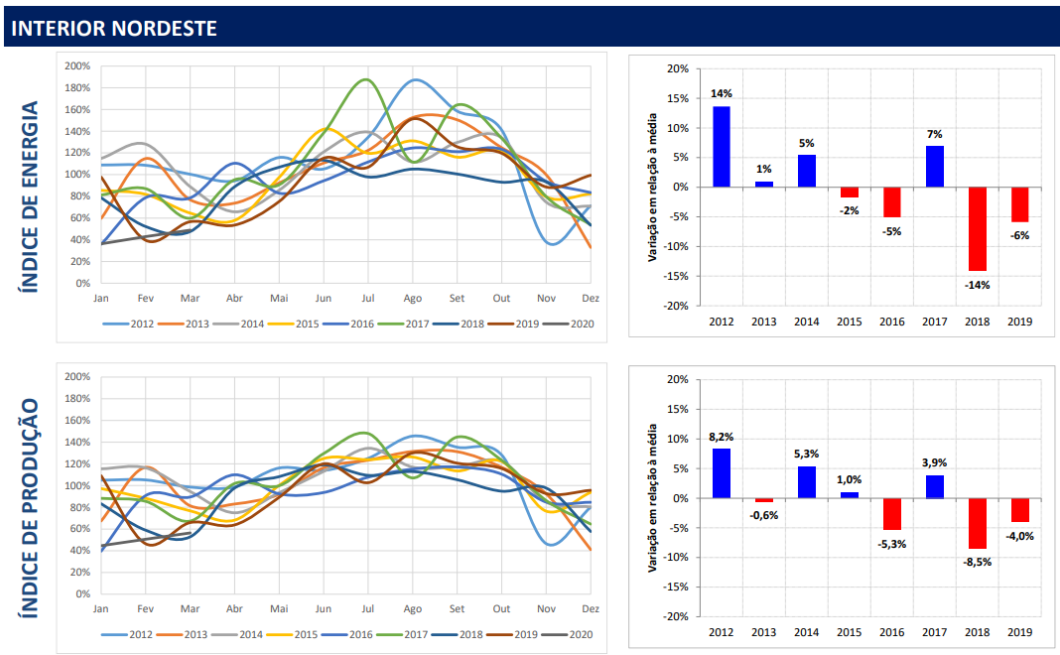


Figura 13 - Boletim Trimestral - junho/2020

Na versão do Dashboard, publicada em fevereiro de 2024, os índices são divulgados para quatro regiões definidas com base na similaridade das características mensais dos regimes de vento: Litoral Nordeste, Interior Nordeste, Pernambuco e Rio Grande do Sul. A caracterização dessas regiões é apresentada com mais detalhes na Nota Técnica EPE/DEE/011/2021-R2 “Dados de entrada para modelos elétricos e energéticos: metodologias e premissas.” [15]



Figura 14 - Dashboard “Boletim da energia eólica” (atualização fevereiro/2024)

3.5 Dados Públicos Consolidados por Estado

A EPE, através do Sistema AMA, divulga os dados anemométricos e climatológicos, de forma agregada por estado e por ano, e em intervalo horário, a partir de 2012, compreendendo as informações de temperatura, umidade relativa, velocidade média, permanência de velocidade e direção predominante.

Por meio de um sistema online¹⁰, o público geral pode obter essas informações por meio de planilhas, encaminhadas via e-mail, e gráficos, como ilustra a Figura 15. Com isso, o usuário tem

¹⁰ Disponível em: <https://amadvp.epe.gov.br/>

acesso a valores médios horários, mínimos e máximos dessas variáveis, que agregam todas as torres de cada estado. Apesar da disponibilização ser realizada por agregação, entende-se que tais dados podem ser úteis para estudos acadêmicos e prospectivos iniciais, uma vez que compilam informações dos locais de maior potencial em cada estado, uma vez que as torres estão nas regiões dos parques eólicos em operação.

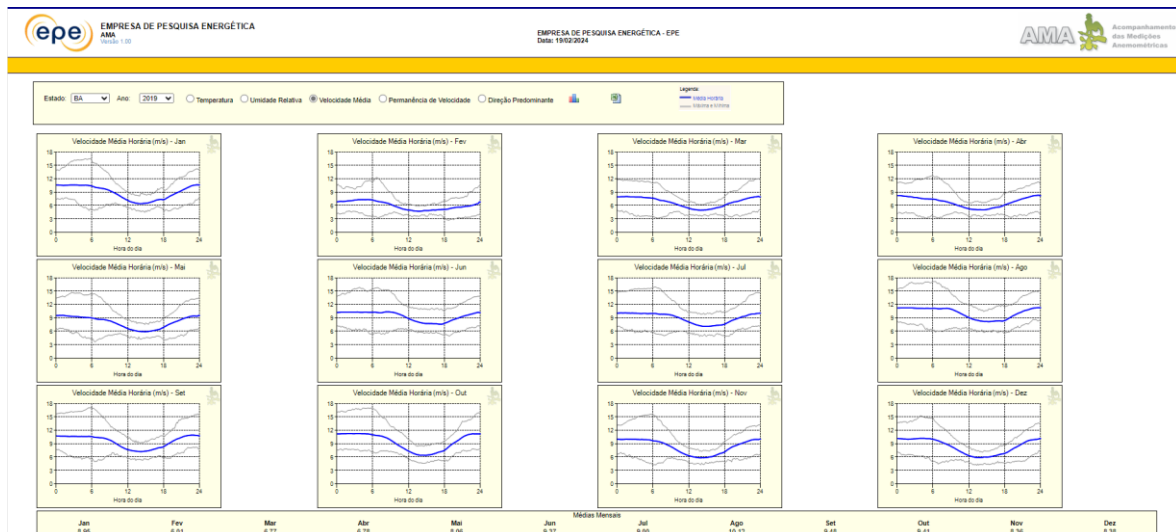


Figura 15 - Dados Públicos Consolidados por Estado

Para realizar o download dos dados públicos, o usuário deve informar nome, telefone, e-mail, área de atuação, nacionalidade, profissão e cargo. A Figura 16 apresenta a área de atuação declarada pelos usuários que baixaram os dados públicos consolidados por estado. Dentre esses usuários, quase 40% declararam atuar em Universidades, compreendendo desde alunos de graduação até professores e pesquisadores. Nas demais áreas de atuação, os usuários declararam ser técnicos, engenheiros, analistas, especialistas e coordenadores.

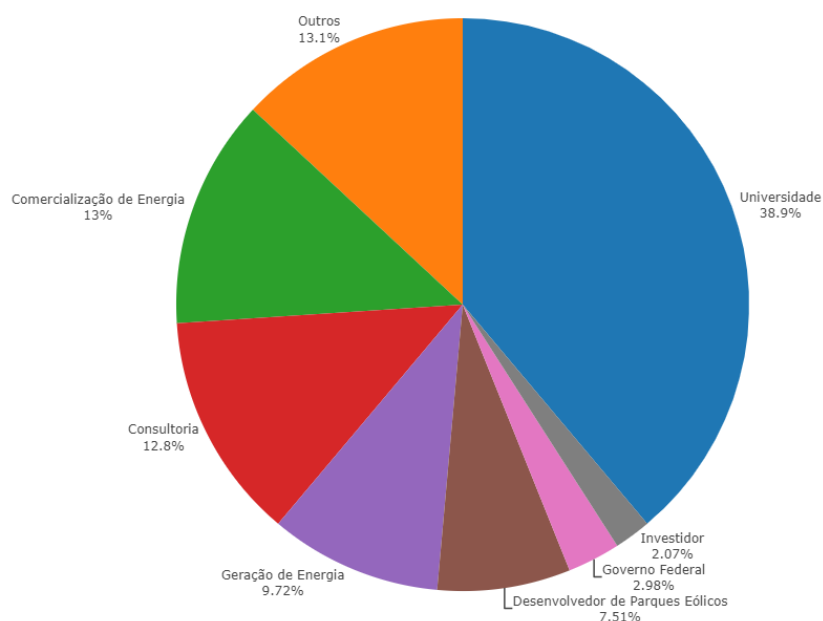


Figura 16 - Download dos dados públicos por estado por área de atuação

3.6 Estatísticas Obtidas da Simulação da Geração Eólica na Região Nordeste

Em 2016 foi publicada a Nota Técnica de estatísticas da geração eólica no Nordeste, calculadas a partir dos registros climatológicos do Sistema AMA [16].

Com base nas médias de 10 minutos da velocidade de vento e demais parâmetros climáticos de interesse medidos nas estações anemométricas dos parques eólicos vencedores dos leilões promovidos pelo MME, e com base nas curvas de potência dos modelos de aerogeradores usados nesses parques, estima-se a geração de um único gerador posicionado no local das medições.

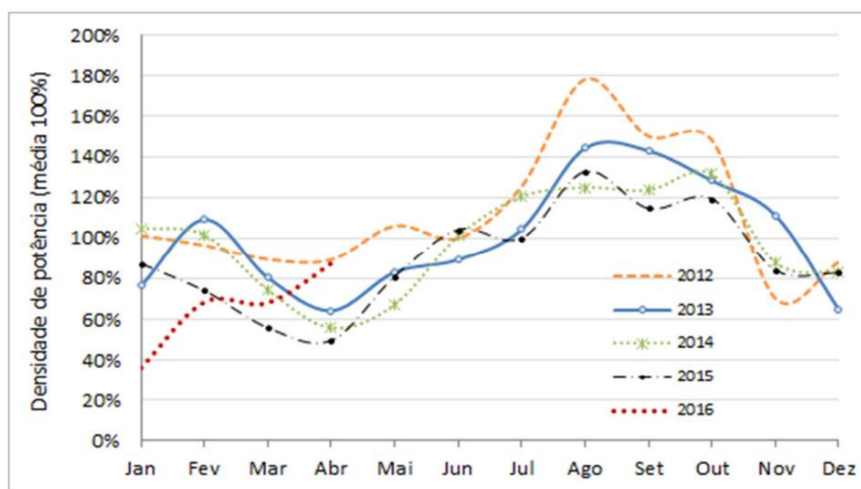


Figura 17 – Exemplo de estatísticas analisadas na NT Índice histórico da densidade de potência dos ventos no Nordeste

Admite-se que a geração, assim calculada, e escalonada pelo número de máquinas instaladas no parque, é representativa da geração de todo o parque eólico. Como as medições realizadas nas estações anemométricas da base AMA são sincronizadas temporalmente, a geração da região Nordeste foi estimada a partir de soma simples dos parques simulados.

A partir das simulações, foram levantadas estatísticas que proporcionam uma base confiável para inferências sobre as consequências do comportamento temporal da geração eólica no sistema elétrico da região Nordeste. As estatísticas levantadas, como a amplitude e frequência das variações de potência e duração e a frequência das calmarias, trazem os desafios trazidos ao planejador ao considerar a inserção da geração eólica em maior escala.

3.7 Avaliação da Geração de Usinas Híbridas Eólico-Fotovoltaicas

A evolução dos empreendimentos renováveis variáveis instalados no Brasil, como usinas eólicas e fotovoltaicas, permitiu a identificação de potenciais ganhos comerciais e sistêmicos do compartilhamento de pontos de conexão elétrica por projetos com diferentes tecnologias e características.

Identificando a possibilidade de existência de alta complementariedade eólico-solar em algumas regiões, na Nota Técnica EPE-DEE-NT-025/2017-r0 [17], foram selecionadas localidades com altos potenciais para simulação do comportamento deste tipo de combinação de tecnologias.

Neste estudo, as séries temporais de medição anemométrica disponíveis no Sistema AMA, com alta discretização temporal, permitiram uma análise detalhada do comportamento da combinação com dados solares existentes, criando usinas fictícias eólico-solares com diferentes configurações para simulação das características operativas e possíveis impactos nos resultados esperados dos empreendimentos.

Após esse primeiro estudo de 2017, a EPE publicou outras 3 Notas Técnicas [18] [19] [20] e um artigo em cooperação com a Alemanha e a Índia [21] sobre o tema, servindo de base para a regulamentação pela ANEEL [22].

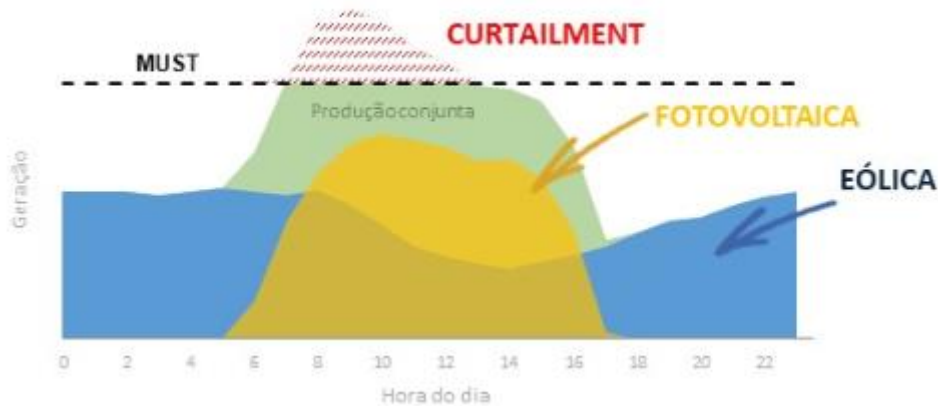


Figura 18 – Análise da produção conjunta eólica e solar com corte decorrente do compartilhamento do MUST [20]

3.8 Plano Decenal de Energia (PDE)

O Plano Decenal de Energia (PDE), estudo cíclico elaborado pela EPE sob diretrizes e aprovação do MME, apresenta perspectivas e indicações da expansão do setor elétrico nos dez anos subsequentes à sua publicação. Nesse estudo é essencial a adequada caracterização da matriz energética existente e dos recursos disponíveis nas múltiplas regiões do país.

O Sistema AMA, neste processo, garante uma robusta base de dados para simulação das características anemométricas que permitem a prospecção do futuro da operação de usinas eólicas nos múltiplos contextos analisados no PDE, nos cadernos de estudo e nos *what-if* elaborados.

Nestes estudos os dados do AMA tendem a ser tratados e agregados em regiões de interesse, de acordo com características técnicas, elétricas, geopolíticas e ambientais, gerando séries temporais adequadas para o uso nos modelos computacionais e análises de expansão da capacidade de geração de energia. Estas agregações estão apresentadas em Nota Técnica específica [15] em função do tipo de empreendimento a ser analisado.

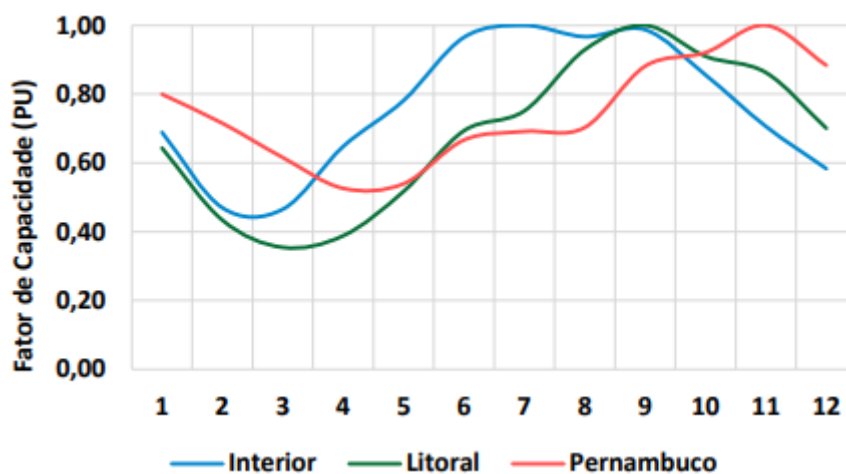


Figura 19 – Fatores de capacidade mensais por região do Nordeste [15]

Na geração de séries temporais características de empreendimentos eólicos admite-se que existe uma geração unitária para cada uma das torres anemométricas selecionadas. Para cada estação é representado pela geração de um aerogerador, dentre os disponíveis no mercado, posicionado sobre a torre AMA selecionada para uso. As estimativas horárias de geração são então consolidadas em três séries temporais, divididas de acordo com a localização do dado utilizado.

A geração estimada para cada região é então extrapolada para 40 anos, reduzindo o risco de que variações interanuais na medição viessem as estimativas de potencial das três regiões. Tais dados são utilizados na metodologia de carga líquida, que alimenta os diferentes modelos utilizados na construção do plano (MDI, NEWAVE, Balanço de Potência), além de gerar os insumos para avaliações de requisito de flexibilidade e atendimento de potência do SIN.

3.9 Atendimento à Demanda Máxima de Potência

A demanda máxima de potência do SIN, normalmente definida como “horário de ponta” são as horas em que é demandada a maior operação de usinas no SIN. Este horário é historicamente definido por maior consumo de energia. Com o aumento de geração despachável e não despachável é necessária a avaliação da combinação da geração existente e da demanda de energia.

Considerando a característica intermitente das usinas de geração variável, a identificação da necessidade de capacidade para atendimento da demanda máxima é definida a partir da combinação de demanda elétrica e da geração destas usinas, calculada a partir dos dados do AMA, no caso da eólica.

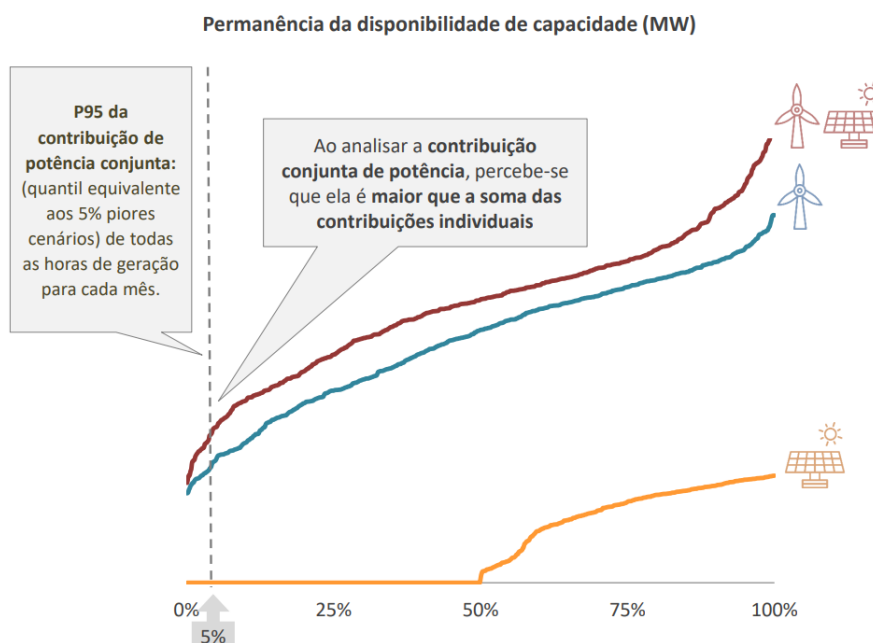


Figura 20 - Disponibilidade de potência conjunta: eólica e solar [23]

A metodologia e os resultados desta análise foram publicados em um dos Cadernos de Estudo do PDE 2030 [23], no qual se avaliou a contribuição conjunta das fontes eólica e solar, como mostra a Figura 20 acima.

3.10 Análises de Flexibilidade

Os requisitos de Flexibilidade no Sistema Integrado Nacional (SIN) foram primeiramente apresentados conceitualmente em 2018, na publicação da Nota Técnica EPE-DEE-NT-067/2018-r0 [24]. Em 2019, o PDE apresentou uma avaliação quantitativa deste requisito e no ano de 2023, a Nota Técnica EPE-DEE-NT-076/2023-r0 [25] apresentou uma metodologia de estimativa de requisitos e recursos de flexibilidade no SIN.

A flexibilidade pode ser vista como a capacidade do sistema em modular em períodos horários sua potência, a fim de acompanhar a demanda instantânea de energia. Na estimativa dos requisitos de flexibilidade é necessária a análise horária da carga prevista e da geração inflexível, composta por usinas de base, requisitos mínimos de geração e usinas não despacháveis.

Para usinas não despacháveis intermitentes há necessidade de uma grande quantidade de dados com alta granularidade temporal para permitir uma análise, em período horário, estatisticamente representativa dos fenômenos que influenciam a exportação de energia pelas usinas. O Sistema AMA, por ser composto de dados anemométricos integralizados a cada 10 minutos, garante robustez na entrada de dados para este processo, estruturando séries sintéticas a serem utilizadas nos estudos.

A Figura 21, apresentada na primeira Nota Técnica, ilustra a demanda líquida (abatendo a geração eólica, calculada com uso de dado do AMA) considerada na análise de flexibilidade.

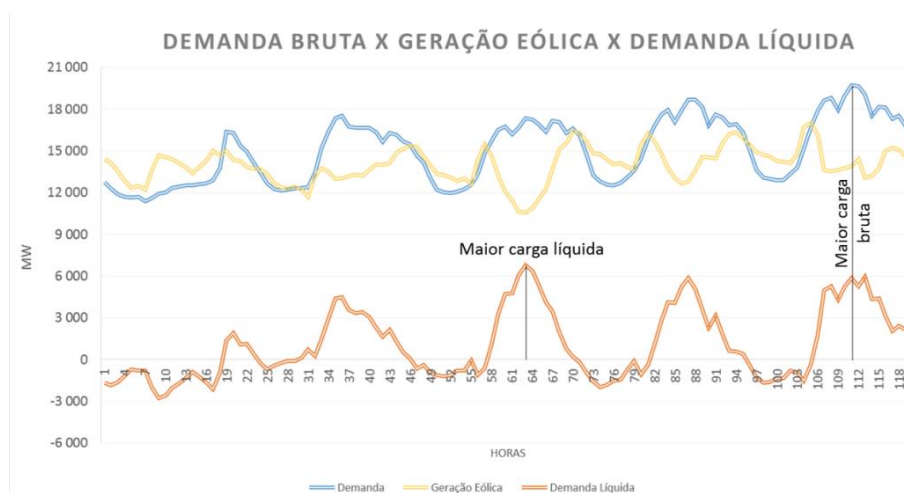


Figura 21 – Demanda bruta e demanda líquida (abatendo a geração eólica) [24]

3.11 Contratação de Eólicas por Quantidade ou Disponibilidade

Até os leilões de energia nova de 2017, a fonte eólica era contratada por meio de contratos por disponibilidade, onde o risco de exposições contratuais está preponderantemente alocado nos agentes compradores (consumidores). Em posse de cenários de geração eólica elaborados a partir da base do Sistema AMA e considerando a maturidade do mercado de energia eólica, foi possível a avaliação da mudança dos contratos regulados ofertados nos leilões de energia nova para a modalidade por quantidade.

Ao convoluir os diversos cenários de geração com expectativas simuladas de preço de longo prazo, além do histórico observado de PLD, foram avaliados: o impacto de receita da mudança contratual proposta e o eventual impacto nos preços médios dos leilões. Além disso, também foi possível avaliar o impacto do ponto de vista dos compradores, considerando os perfis de consumo

de diferentes distribuidoras do país. Tais análises foram relatadas na Nota Técnica EPE-DEE-RE-042/2018-r0 [26] e serviram como base para as contribuições da EPE às audiências públicas ANEEL referentes aos leilões A-6/2018 e A-4/2019.

3.12 Estudo de Lastro

Os dados do Sistema AMA também foram utilizados para construção de cenários horários de geração eólica visando avaliar a contribuição de produção (energia) e capacidade (potência) no detalhamento da proposta de aprimoramento dos mecanismos de adequabilidade do sistema, comumente denominada “separação lastro e energia”. Com a base horária de geração eólica disponível foi possível avaliar diferentes métricas estatísticas e o efeito portfólio entre agentes da fonte para consideração das premissas de contribuição típica proposta, tanto para produção (energia) como para capacidade (potência). Essas análises foram detalhadas na Nota Técnica nº EPE/DEE/134/2021-R0 [27].

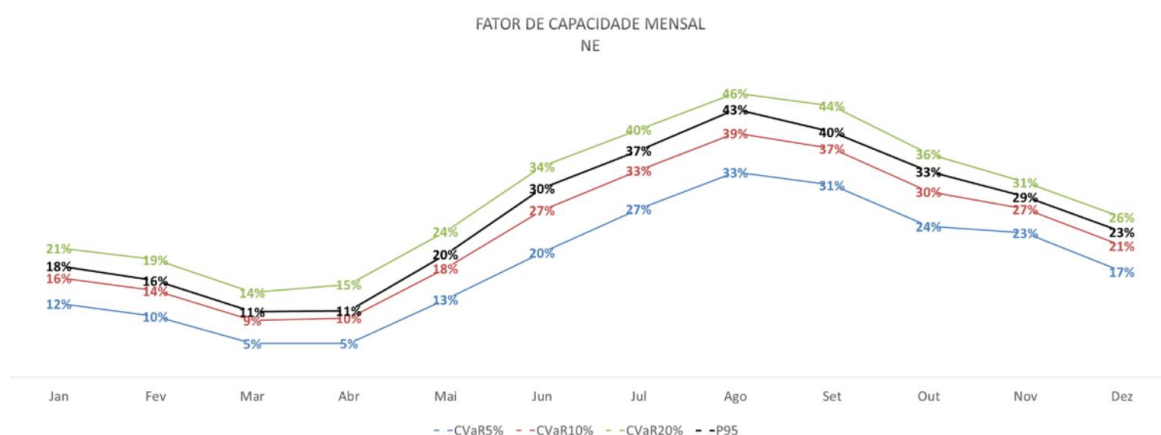


Figura 22 - Métricas para cálculo do Lastro de Capacidade – Nordeste [27]

3.13 Estudos para a Expansão da Transmissão – Região Nordeste

Após análise e pós-processamento, os dados provenientes do Sistema AMA têm sido utilizados para a identificação de fatores de capacidade de geração eólica característicos, a serem considerados nos cenários de estudo da rede de transmissão, permitindo uma representação realística da disponibilidade desta fonte de geração, nos diferentes patamares de carga diários e períodos sazonais de geração das regiões Norte e Nordeste.

Uma vez identificados os fatores de capacidade de geração eólica característicos para os cenários a serem analisados, simulações elétricas são realizadas, considerando coincidência com geração proveniente de outras fontes de geração, o que possibilita a realização do diagnóstico da rede elétrica e a definição de soluções de expansão da rede de transmissão.

3.14 Vida Útil de Usinas Eólicas

Em 2021 a EPE publicou a Nota Técnica “Empreendimentos eólicos ao fim da vida útil: Situação Atual e Alternativas Futuras” [28], mostrando que as primeiras usinas já se aproximavam dos 20 anos de operação no Brasil. Por isso, o documento buscou identificar os desafios e oportunidades relacionados a essa questão, apresentando as alternativas comumente adotadas para os parques eólicos em fim de vida útil, as experiências internacionais com o tema, a situação atual dos

empreendimentos brasileiros, incluindo estimativa de ganhos energéticos com ações de modernização, além de tratar de questões comerciais, regulatórias e de planejamento energético.

Para essa estimativa de ganhos, foi realizada uma análise energética comparando a produtividade dos parques eólicos contratados via PROINFA, instalados entre 2006 e 2010, com os parques mais atuais. Para tanto, foram utilizados dados do Sistema AMA para caracterizar o recurso eólico nessas usinas, simulando a geração a partir de aerogeradores mais modernos, simulando a repotenciação total.

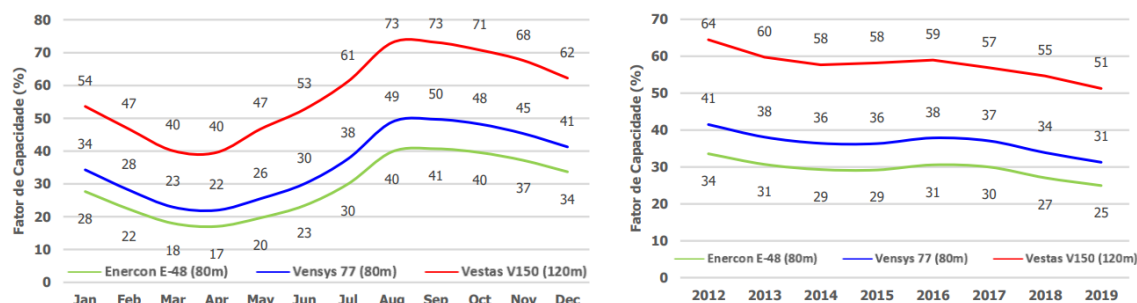


Figura 23 - Simulação para Litoral Nordeste – Ganhos de Fator de Capacidade mensal e anual com a repotenciação [28]

Para o litoral do Nordeste, observou-se um aumento médio entre 21 e 28 pontos percentuais no fator de capacidade do novo parque, como ilustra a Figura 23, enquanto para o Sul o aumento foi de 13 a 18 pontos percentuais, demonstrando a maior produção de energia resultante dessa ação.

4 Futuro do Sistema AMA: Oportunidades e Desafios

Nesta seção são discutidas eventuais melhorias ou mudanças processuais para o Sistema AMA, tomando por base o histórico descrito nas seções anteriores e o aprendizado ao longo dos 13 anos em que a EPE opera este sistema, juntamente com as contribuições recebidas dos agentes.

4.1 Responsabilidade pela Qualidade dos Dados

A EPE realiza uma série de análises para detectar falhas e interrupções de medições, visando assegurar a qualidade da base de dados, conforme apresentadas no item 2.4.

Em que pese a responsabilidade e interesse dos agentes em assegurar a qualidade das medições, naturalmente ocorrem falhas e cabe à EPE analisá-las, inclusive para fins de apuração de notificações e multas contratuais.

Tal atividade consome tempo de uma equipe dedicada e busca assegurar a qualidade da base de dados, até para que esta possa ser utilizada nos diversos estudos, conforme citados no capítulo 3. Sendo os dados restritos à EPE, não se vislumbra outra forma de trabalho. Mas a eventual abertura dos dados (vide seção 4.5) pode abrir oportunidade para outros usuários também analisá-los. Nesse sentido, vislumbra-se ainda a possibilidade de trabalhos conjuntos com instituições e/ou laboratórios especializados na análise e tratamento de dados anemométricos.

4.2 Início do Envio de Dados – Prazo Medições Iniciais

Em 2022, o Ministério de Minas e Energia – MME, abriu a Consulta Pública nº 130, contendo proposta para alteração da Portaria nº 29/GM/MME/2011, no que diz respeito à data de início das medições climatológicas e anemométricas das usinas eólicas vencedoras dos leilões de energia.

A regra vigente estabelecia que o início das medições para envio de dados ao Sistema AMA deve ser realizado em até 180 (cento e oitenta) dias após a assinatura do Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado - CCEAR ou do Contrato de Energia de Reserva - CER.

Tal consulta pública foi motivada por sugestão da EPE, através de solicitações recebidas dos empreendedores, no sentido de alterar esse prazo para até 60 (sessenta) dias após a data de início da construção parque eólico, evitando mudanças de localização das torres anemométricas, que frequentemente se observavam entre o início das medições e a construção do parque eólico, resultando na perda de utilidade de algumas torres nesse intervalo, quando normalmente ocorrem as mudanças de características técnicas das usinas.

A Consulta Pública recebeu 3 contribuições, todas concordando com a proposta de alteração, sendo que duas sugeriram um prazo ainda maior e abordaram também a questão da quantidade de torres (vide item 4.3 a seguir).

Até a publicação da versão inicial desta Nota Técnica e a realização da consulta dirigida aos agentes (vide capítulos seguintes), essa alteração de prazo ainda não havia se efetivado. Porém, em julho de 2024, o MME publicou a Portaria nº 797, que alterou o início do envio das medições para até 60 (sessenta) dias após a data de início das obras da usina, atendendo ao pleito dos agentes.

4.3 Quantidade e Localização das Torres Anemométricas

Conforme mencionado anteriormente, frequentemente os empreendedores também questionam a obrigatoriedade de instalação de uma torre anemométrica por parque eólico, alegando que ser comum a concentração de empreendimentos nas regiões com melhor potencial eólico, o que leva a um elevado número de torres anemométricas instaladas em uma mesma região.

Ressalta-se que essa questão era mais relevante quando o desconto nas tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição (TUST e TUSD) era limitado a parques com até 30 MW. A ampliação do limite para 300 MW, por meio da Lei nº 13.203/2015, aumentou as potências dos parques cadastrados para os Leilões de Energia, resultando em menos torres adicionais.

De fato, observa-se no mapa de estações¹¹, a proximidade e a concentração de torres em regiões como Morro do Chapéu (BA), João Câmara e Touros (RN), por exemplo. Por outro lado, a experiência com o Sistema AMA mostra que regiões inicialmente pouco exploradas, atraíram novos parques após o melhor conhecimento do recurso eólico local, por meio de medições. Por exemplo, no Piauí, a expansão de usinas se consolidou somente em 2014.

Além disso, em regiões de terreno complexo, é possível que apenas uma torre por parque seja insuficiente para a adequada modelagem do recurso. O desafio, nesse caso, recai na definição de uma regra objetiva, que permita a exigência de torres na quantidade e locais onde se faz necessária a caracterização do vento, mas evitando a subjetividade.

Outro risco seria a alocação desproporcional de custos: a depender da localização da usina, a instalação de uma nova torre seria dispensável, mas em outras regiões seria desejável duas ou mais torres novas, incorrendo em custos adicionais desproporcionais entre empreendedores.

Uma sugestão apresentada na Consulta Pública supracitada foi sobre permitir que os parques eólicos de um mesmo empreendedor compartilhassem de uma mesma torre anemométrica, padrão AMA, e que o critério para determinar a quantidade de torres anemométricas fosse o raio da área abrangida de 6 km. No entanto, tal critério não elimina por completo o risco de baixa representatividade em terrenos complexos. Porém, como este não era o objeto da Consulta Pública e, por isso entende-se que a discussão não foi exaurida ainda.

Uma opção seria manter o requisito de uma torre por parque, porém, nos casos em que se comprove o não prejuízo da não instalação na área do parque, permitir a instalação de uma estação equivalente em um local de interesse do planejamento, onde ainda não se disponha de medições próximas. Esta exceção viabilizaria a caracterização antecipada pela EPE do recurso eólico em novas fronteiras, permitindo estudos mais detalhados da expansão. O risco, nesse caso, é o fato de uma estação ser instalada em local distante do parque, cuja região não seja prioritária para o setor elétrico; não haja equipes de manutenção e vigilância nas proximidades ou questões que dificultem essas atividades; e sem contratos de uso da área definidos.

Além disso, cabe discutir como realizar a escolha do ponto de instalação da torre, em um processo que demandaria a agregação das competências do empreendedor, com seu conhecimento técnico, e a EPE, pela sua atribuição de estudar a expansão da geração.

Por fim, ressalta-se que a instalação de torres em localidades pouco estudadas permitiria ao sistema elétrico e ao empreendedor identificar potenciais eólicos de novas fronteiras, reduzindo possíveis riscos assumidos nas campanhas de medição. Também é possível, em conjunto com a publicidade dos dados do Sistema AMA, permitir a outros setores a apropriação de externalidades

¹¹ No WebMap EPE é possível consultar a localização das torres do Sistema AMA ativando as camadas: Estudos da EPE e Recursos Energéticos -> Recursos Energéticos -> Torres Anemométricas do AMA. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/webmap-epe>

positivas não mapeadas, uma vez que a disponibilização de dados anemométricos e climatológicos existentes o desenvolvimento de modelos e a melhoria da qualidade de informações de entrada de setores como agricultura, meteorologia, defesa civil e outros.

4.4 Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e Ambiente de Contratação Livre (ACL)

Embora alguns parques do Ambiente de Contratação Livre (ACL) enviem suas medições, como mostrado na seção 2.3, a obrigatoriedade de instalação de torre climatológica e envio de dados para o Sistema AMA, previstas na Portaria nº 29/GM/MME/2011, se aplica somente aos parques vencedores dos Leilões do ACR.

Ainda assim, para o ACL, a ANEEL estabelece por meio da Resolução Normativa nº 921/2021, a obrigação da: *“Central Geradora Eólica – EOL manter em arquivo, à disposição da ANEEL, a contar da data de publicação da Resolução Autorizativa correspondente, o histórico e os dados anuais atualizados referentes às leituras de vento, histogramas e frequências de ocorrência, com base em estações de medição de dados anemométricos e climatológicos, que deverão ser instaladas dentro da área do parque”*.

Portanto, embora os parques do ACL não tenham a obrigação de enviar dados ao Sistema AMA, a ANEEL exige as medições anemométricas, ainda que não defina os requisitos com o mesmo nível de detalhamento.

Assim, seria desejável um tratamento e alocação de custos equilibrados entre os mercados, o que é reforçado pela acelerada expansão do ACL nos anos recentes, com tendência de continuidade. De outra forma, a menor contratação de via Leilão pode resultar em menor número de torres novas para o AMA.

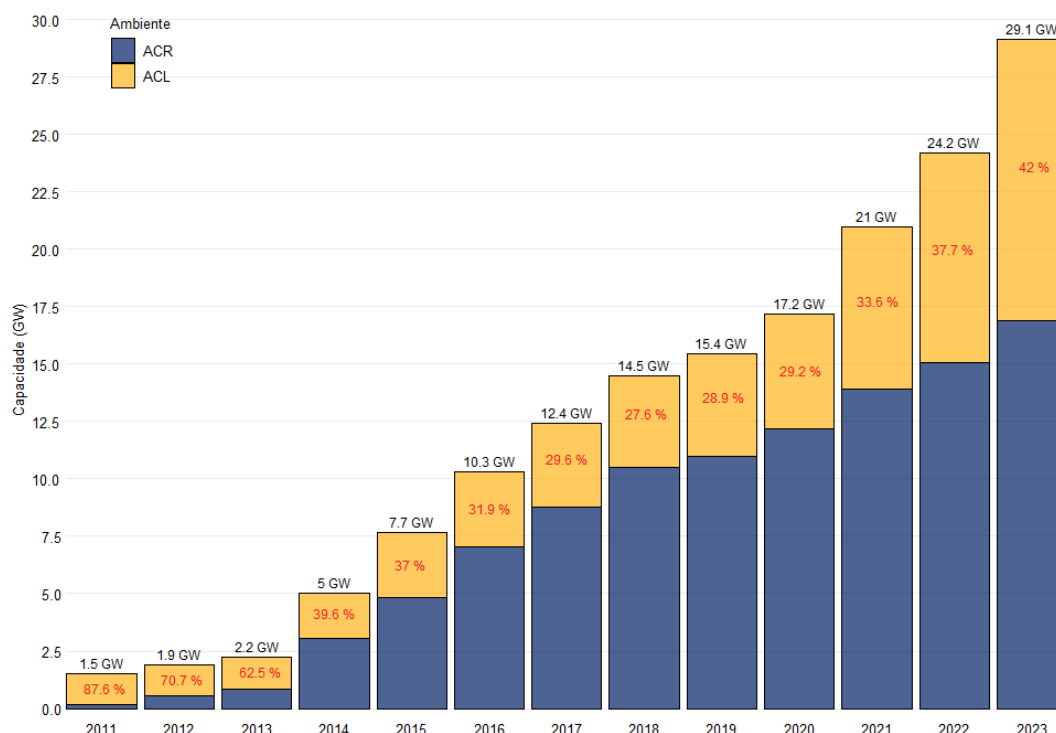


Figura 24 - Capacidade eólica instalada. (Fonte: Siga/ANEEL e AMA/EPE)

A Figura 24 mostra a capacidade eólica instalada no país ao longo do tempo, desde 2014 a maior parte do parque eólico brasileiro está no ACR, porém é notada nos últimos anos uma tendência de aumento de participação dos parques ACL, que em 2023 representavam 42% da capacidade eólica instalada.

A Figura 25 apresenta a distribuição das torres AMA e dos projetos que constam na base de dados SIGEL¹², da ANEEL como: Operação, Em Construção e Com Construção Não Iniciada. Nota-se que algumas regiões não têm torres AMA instaladas para caracterização do recurso eólico, como Santa Catarina, costa de Pernambuco e Paraíba, leste da Bahia e Rio de Janeiro.

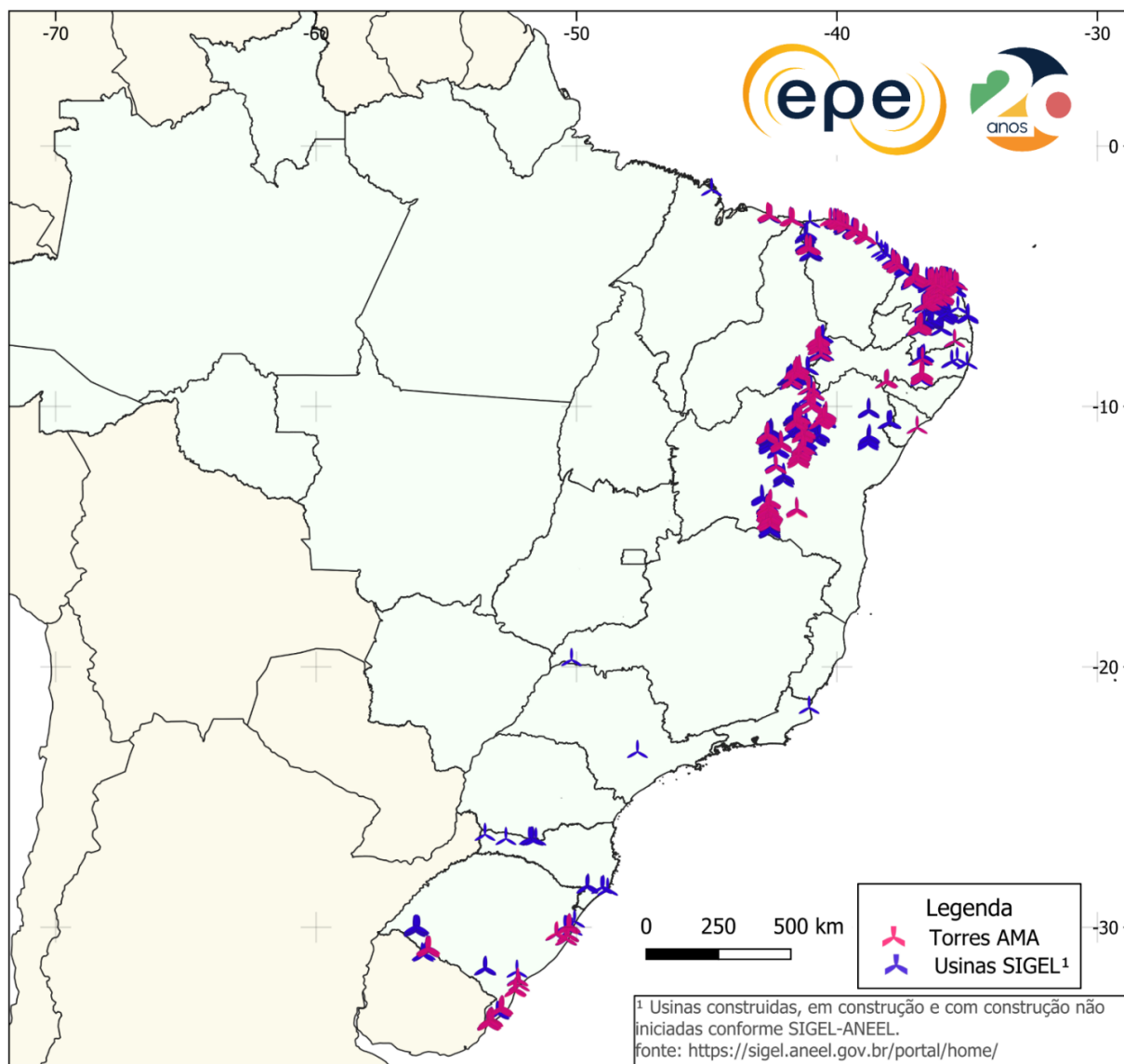


Figura 25 - Distribuição geográfica das Torres AMA e dos parques outorgados pela ANEEL

Considerando a relevância cada vez maior do ACL, bem como o encerramento dos contratos do ACR no futuro, e para que seja dada continuidade ao mapeamento do recurso eólico no país e o Sistema AMA mantenha o cumprimento de seus objetivos, entende-se como importante a inclusão das torres do ACL neste banco de dados.

4.5 Publicidade dos Dados

Desde o início da formação do banco de dados do Sistema AMA, frequentemente a EPE recebe solicitações de usuários para acesso aos dados mais detalhados. Até então, a EPE adota o entendimento de que a divulgação dos dados do Sistema AMA, em sua totalidade, pode ferir a regulamentação específica do CADE (Conselho Administrativo de Defesa da Concorrência), que estabelece que informações relativas às atividades empresariais de pessoas físicas ou jurídicas de

¹² Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home>

direito privado, cuja divulgação possa representar vantagem competitiva a outros agentes, devem ser protegidas por sigilo no âmbito de seus processos administrativos.

O Decreto nº 7.724/2012 exclui do alcance da Lei de Acesso à Informação (LAI) a divulgação de informação que possa representar vantagem competitiva a outros agentes econômicos. Diante disso, a EPE não divulga os dados do Sistema AMA de forma integral, disponibilizando-os apenas de forma agregada por estado ou região, por mês e em intervalo horário (vide seções 3.4 e 3.5).

A discussão sobre a eventual publicidade dos dados, para além das informações agregadas, acontece recorrentemente, em diversos fóruns. Por exemplo, em 2018, em reunião realizada pela CPAMP¹³, foi deliberado que a operacionalização de um banco público de dados anemométricos deveria ser priorizada, visando o desenvolvimento de um modelo de previsão de geração eólica. A reunião contou com participantes do MME, EPE, ANEEL, CCEE, ONS e CEPEL.

Em outubro de 2018, a ANEEL enviou à EPE ofício ([Apêndice 2](#)) solicitando avaliação da possibilidade de o Sistema AMA disponibilizar todas as informações necessárias aos estudos elétricos e energéticos e receber dados anemométricos de agentes geradores do ACL. No ofício, a ANEEL indica que não existem informações públicas sobre regimes de vento do país que sejam adequadas aos estudos elétricos e energéticos. A ANEEL entende que os dados já divulgados pelo AMA, que são médias anuais de velocidade, permanência e direção de vento, não são adequados para estudos detalhados. No mesmo ofício, a ANEEL informa que, segundo o regramento existente, não há que se falar em dados sensíveis ou sigilosos, tendo em vista que o intuito do fornecimento de tais dados constantes do Sistema AMA é a construção de base de dados pública. Dessa forma, a agência entendeu que não há óbices jurídicos à publicação dos dados do Sistema AMA à sociedade.

Adicionalmente, em 2019, a ANEEL organizou o workshop “Regulamentação sobre Estações Anemométricas e Solarimétricas”¹⁴, com participação da EPE, no qual se discutiu, entre diversos assuntos, a questão da confidencialidade e propriedade dos dados. No evento, houve uma discussão sobre quem são os proprietários dos dados anemométricos das estações AMA, tendo em vista que, apesar de serem coletados pelos empreendedores, os custos das estações anemométricas são repassados para os consumidores de energia elétrica. Também foi discutida a possibilidade de abertura dos dados do Sistema AMA, que poderia beneficiar todo o mercado de energia e a sociedade. Com a abertura dos dados, poderiam ser elaborados melhores Atlas e mapas eólicos do país para serem utilizados tanto pela academia como pelo mercado. Além disso, todos os agentes teriam informações de alta qualidade sobre o recurso eólico, o que melhoraria os modelos de previsão de geração eólica. Por outro lado, existe o risco do uso indevido dos dados, tendo em vista que se pode certificar uma área de 10 km² em volta da estação, um agente poderia fazer uso dos dados para certificar um projeto próximo a usina já existente. Além disso, ocorre o risco de publicação dos dados por terceiros sem o devido cuidado e/ou tratamento dos dados.

Há consenso entre os agentes de que os dados, tanto anemométricos como solarimétricos, sejam confidenciais no momento de prospecção e elaboração do projeto e disponibilizados apenas após a usina entrar em operação e comercializar energia. Concluiu-se no evento que se deve melhorar a forma como os dados anemométricos são divulgados, de forma que atenda operadores, planejadores e comercializadores do mercado de energia, porém, deve-se tomar cuidado com dados sensíveis que podem prejudicar os empreendedores.

No ano de 2022, entendendo que a divulgação dos dados do Sistema AMA poderia reduzir a escassez e assimetria de informações do mercado de energia, a EPE conduziu uma avaliação interna sobre a possibilidade da disponibilização dos dados brutos provenientes das torres AMA, ou com algum nível de agregação de forma que se possa extrair informações mais detalhadas sobre o

¹³ Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico

¹⁴ Vídeo disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=weq4dk9WX6o>

comportamento dos recursos eólicos. Nessa análise, a Consultoria Jurídica da EPE realizou uma pesquisa minuciosa e detalhada sobre o conceito de dados e de base de dados, assim como de toda normativa envolvendo o assunto. Tal motivação se deu pelo fato da Portaria MME nº 29/2011 expressar que os registros das medições anemométricas devem integrar uma base pública e referencial para os estudos de geração eólica.

Ainda que a recente revisão da Portaria tenha suprimido a menção à “base pública referencial”, não houve nenhum novo dispositivo que tenha alterado esse entendimento ou acrescentado cláusulas de confidencialidade sobre os dados. Ao contrário, seguindo os princípios da Administração Pública¹⁵, a publicidade deve ser a regra e o sigilo a exceção. Tampouco houve alteração dos contratos (CCEAR ou CER), de forma que permanece vigente o entendimento de que os dados do AMA devem integrar uma base pública. Cabe ainda esclarecer que a supressão da menção à “base pública referencial” na Portaria foi motivada por solicitação da própria EPE, para evitar interpretações de que todos os dados brutos deveriam ser disponibilizados, conforme explicado a seguir.

Na análise jurídica ([Apêndice 1](#)) pode-se concluir que a formação da base de dados do Sistema AMA é de autoria da EPE, a qual despense esforços para o recebimento, estruturação, armazenamento e manutenção dos dados anemométricos e climatológicos, entendendo, no entanto, que a titularidade da base de dados do Sistema AMA não se estende aos dados brutos, cuja divulgação pode dar a possibilidade de individualizar a geração dos empreendedores com uma granularidade superior à divulgada pela CCEE. O ONS e a CCEE já divulgam os dados de geração das usinas do SIN em uma granularidade horária.

Como conclusão da análise, a Consultoria Jurídica da EPE opina em seu parecer pela possibilidade da abertura da base de dados do Sistema AMA tão somente em formato agregado. Resta, portanto, definir qual nível de agregação (temporal e espacial) seria possível de forma a publicizar dados que sejam úteis para desenvolvedores e pesquisadores, sem comprometer a titularidade do dado bruto.

Outro argumento frequente nas discussões sobre a titularidade dos dados é, que as torres anemométricas são instaladas e mantidas pelos desenvolvedores, que arcam com os respectivos custos. Por outro lado, pode-se argumentar que estes custos são cobertos, em última instância, pelos consumidores de energia elétrica, por meio da tarifa, o que justifica a publicidade dos dados à sociedade.

Adicionalmente, convém discutir o valor comercial dos dados anemométricos. No início do desenvolvimento da geração eólica no país havia uma carência de dados, como discutido na seção 4.3, e as medições representavam um diferencial competitivo daqueles que as detinham, por conhecerem melhor o recurso eólico de determinada região. No contexto atual, com a maturidade do setor eólico e a quantidade de estações já instaladas (inclusive as torres prospectivas e do ACL, que não fazem parte do AMA), entende-se que esse diferencial foi minimizado, reduzindo os riscos da divulgação dos dados.

Um fato que reforça esse aspecto é a divulgação, pelo ONS, dos dados de vento verificado em cada usina (inclusive do ACL) desde dezembro de 2022, para fins de apuração de *constrained-off*¹⁶, visando atender ao disposto na Resolução Normativa nº 1030/2022. Ainda que este dado não seja necessariamente da torre AMA, seu valor pode ser equivalente por ter sido medido no local da usina e ter resolução temporal de 30 minutos.

¹⁵ Conforme art. 37, caput, da Constituição Federal e art. 3º da Lei 12.527/2011

¹⁶ <https://www.ons.org.br/Paginas/Noticias/20221202-ONS-divulgar%C3%A1-novos-dados-de-usinas-e%C3%B3licas-no-Portal-de-Dados-Abertos.aspx>

4.5.1 Desafios e Riscos

Além das questões já levantadas, há que se considerar também os desafios e riscos envolvidos na eventual abertura e publicidade dos dados do Sistema AMA, como discutido adiante.

a) Disponibilidade de Recursos - Mão-de-obra e Infraestrutura

A divulgação das informações do Sistema AMA, ao público externo, ocorre apenas após uma criteriosa avaliação dos dados recebidos. Os dados brutos passam por análises de correlação de dados com torres próximas, conferência de dados consistentes, marcação de erros, expurgo de dados inconsistentes, avaliação de funcionamento dos equipamentos instalados nas torres anemométricas, avaliação de relatórios de manutenção e intervenção entre outras tantas atividades relacionadas ao Sistema AMA.

Devido às definições em portaria e às regras de operacionalização do Sistema AMA, também é feita a conferência se os prazos e a consistência dos dados estão de acordo com normativas vigentes. Caso ocorra descumprimento das regras, os órgãos competentes são informados para devidas sanções legais. Mensalmente a EPE informa a CCEE e ANEEL dos descumprimentos, que são posteriormente contabilizados junto aos faturamentos dos respectivos empreendedores.

A publicação dos dados do AMA se traduz em novas atividades operacionais, com necessidade da implementação de novas ferramentas, com possíveis custos adicionais referentes à infraestrutura de tecnologia de informação necessária para o armazenamento e disponibilização dos dados públicos, além do desenvolvimento da interface para downloads.

Uma importante avaliação que deve ser considerada na abertura dos dados do Sistema AMA é a demanda que será gerada dentro das atividades internas da EPE. Pode-se entender esse questionamento em algumas perguntas:

- A EPE teria mão-de-obra e infraestrutura suficiente para suprir essa nova demanda?
- Qual seria o prazo para o cumprimento dessa demanda?
- Haveria previsão no orçamento para o aumento de despesas?

Uma possível solução para estes desafios seriam parcerias com outras instituições capazes de suprir tais demandas. Por sua vez, seria necessário avaliar o nível de acesso que este parceiro teria: se completo, de todos os dados brutos recebidos, ou em caso de necessidade de agregação (temporal ou espacial), se esta seria feita pela EPE (sob os mesmos desafios elencados) ou pelo parceiro (com acesso a dados num nível de detalhamento que não seria público). Em se disponibilizando o acesso integral ao público, sem agregações, esta questão deixa de ser um desafio.

b) Risco de Judicialização

Outro fator que deve ser levado em consideração é a possibilidade de futuros questionamentos judiciais. Devido as diversas utilidades que os dados anemométricos possibilitam, inclusive para assuntos de faturamento junto a CCEE, a exposição de dados brutos pode trazer à tona, ainda que indiretamente, informações como valores de receitas de empreendedores, questionamentos de notificações e multas e outras avaliações no âmbito legal financeiro dos contratos de energia. Processos judiciais demandam energia e esforços da parte questionada e por consequência refletem em aumento de despesas com recursos humanos e infraestrutura. Além das demandas diretas, os questionamentos judiciais podem trazer um impacto negativo e prejudicar a imagem e a credibilidade da instituição perante a sociedade.

Tais questões foram analisadas no Parecer Jurídico da EPE ([Apêndice 1](#)), que aponta a possibilidade de abertura da base de dados, recomendando, todavia, sua disponibilização tão somente em formato agregado. Resta, portanto, se a agregação se faz necessária e, se sim, qual seria o nível de integralização dos dados que evitaria riscos aos desenvolvedores e possível questionamentos nas esferas administrativa e jurídica.

4.6 Papel da EPE

Independente da publicidade dos dados e do nível de integralização, cabe também questionar se haveria outras instituições que poderiam manter o Sistema AMA. Em que pesa a iniciativa e os esforços da EPE, sua atuação está restrita ao setor de energia, enquanto os dados anemométricos podem ter uso em outras áreas. Há inclusive instituições especializadas na aquisição, tratamento e disponibilização de dados meteorológicos, como o INPE e o INMET.

De outra forma, o ONS também mantém uma grande base de dados de geração eólica e de medições de vento para fins de apuração de *constrained-off*¹⁷. Pode-se citar ainda Portal HidroWeb¹⁸, operado pela ANA, que reúne dados de níveis fluviais, vazões, chuvas, climatologia, qualidade da água e sedimentos, sendo referência nos estudos de geração hidrelétrica.

Em que pese a experiência de outras instituições, com potencial de abrigar, manter e atualizar dados do Sistema AMA, cabe reforçar o valor desta base para a EPE, por estar alinhada à missão, à visão e aos valores da Empresa¹⁹, bem como ao valor público gerado por ela²⁰.

Portanto, percebe-se que pode haver outras instituições (públicas ou privadas) com possível potencial para manter o Sistema AMA, mas, ao mesmo tempo, a manutenção na EPE está alinhada ao seu papel e seus objetivos. Destaca-se que as instituições citadas não foram consultadas.

¹⁷ Disponível em: https://dados.ons.org.br/dataset/restricao_coff_eolica_detail

¹⁸ Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>

¹⁹ Veja em: <https://www.epe.gov.br/pt/a-epe/acesso-a-informacao/institucional>

²⁰ Veja em: <https://www.epe.gov.br/pt/transparencia-e-prestacao-de-contas/valor-publico-da-epe>

5 Questões para Discussão

O capítulo anterior trouxe alguns questionamentos sobre o futuro do Sistema AMA, que merecem ser discutidos com os agentes, e são listadas a seguir. Estas perguntas farão parte da Consulta Dirigida aos agentes.

Destaca-se que algumas alterações dependerão de revisão de atos normativos do MME e da ANEEL, podendo ser necessários trâmites adicionais.

5.1 Quantidade e Localização das Torres Anemométricas

A partir do exposto na seção 4.3, cabe discutir:

- a) Em relação à obrigatoriedade de instalação de uma torre anemométrica por parque eólico no ACR: cabem aprimoramentos nesta regra? Quais?
- b) Qual seria o critério objetivo e isonômico para definição da quantidade e localização das novas torres, considerando inclusive a alocação de custos?
- c) No caso de possibilidade de instalação de novas torres em locais fora da área do parque, a quem caberia a definição da localização da torre AMA?
- d) Você identifica restrições em a EPE definir as regiões de interesse de novas torres (fora da área do parque)?

5.2 Envio de dados dos parques do ACL

A partir do exposto na seção 4.4, cabe discutir:

- a) É desejável que os parques eólicos do ACL também tenham obrigação de instalação de uma torre no padrão AMA e envio de dados à EPE? Justifique.
- b) Haveria ganho para o Sistema Elétrico em caso desta obrigação se efetivar? Qual?

5.3 Abertura e publicidade dos dados

Como tratado na seção 4.5, por um lado, a abertura dos dados do Sistema AMA se mostra positiva no sentido de dar maior transparência a informações agrupadas no banco de dados do Sistema AMA. Adicionalmente, a abertura pode funcionar como um estímulo ao bom uso dos dados, fomentando novos estudos e a produção acadêmica, o que hoje é limitado à capacidade de produção da EPE, detentora dessa base.

Por outro lado, pelo exposto ao longo deste documento, a publicidade dos dados do Sistema AMA passa por várias questões, como:

- a) Você é favorável à divulgação dos dados individuais por usina?
- b) Em não sendo favorável à divulgação dos dados individuais por usina, qual seria agregação espacial sugerida?
- c) Qual a discretização temporal dos dados AMA sugerida para a disponibilização?
- d) Qual periodicidade mínima para a disponibilização dos dados?
- e) Devem ser disponibilizados os dados brutos ou tratados?
- f) Seria indicado disponibilizar todo o histórico de medições da torre ou seria suficiente somente período a partir de uma data determinada?
- g) Quais seriam os benefícios e riscos da abertura e publicidade dos dados do Sistema AMA?

5.4 Responsabilidade pela operação e manutenção do Sistema AMA

- a) Sua Empresa utiliza os dados do Sistema AMA?
- b) Haveria ganhos na sua operação em dispor dos dados do Sistema AMA de forma mais detalhada? Quais?
- c) Você identifica instituições com conhecimento e capacidade de hospedagem deste tipo de banco de dados, em parceria com a EPE? Quais?
- d) Você identifica instituições, além da EPE, com conhecimento notável em tratamento e análises de dados meteorológicos e climatológicos? Quais?

6 Análise e Resultados da Consulta Dirigida

No dia 27 de maio de 2024 foi realizada a apresentação da primeira versão desta Nota Técnica para a ABEEólica e seus associados, bem como para os agentes do Sistema AMA. Após a apresentação foi disponibilizada uma Consulta Dirigida com as questões levantadas no Capítulo 5 deste documento, com recebimento de respostas entre os dias 28 de maio e 28 de junho de 2024.

Ao todo 15 empreendedores responderam a Consulta Dirigida, que em conjunto são responsáveis por 320 das 665 estações AMA em operação (48% torres). A Figura 26 apresenta a quantidade de estações AMA por empreendedor que atendeu à Consulta Dirigida. Nota-se que além dos empreendedores, a ABEEólica também respondeu a pesquisa, aumentando a representatividade da consulta e, portanto, indicando empreendedor com “0” (zero) torres na amostra, conforme Figura 26.

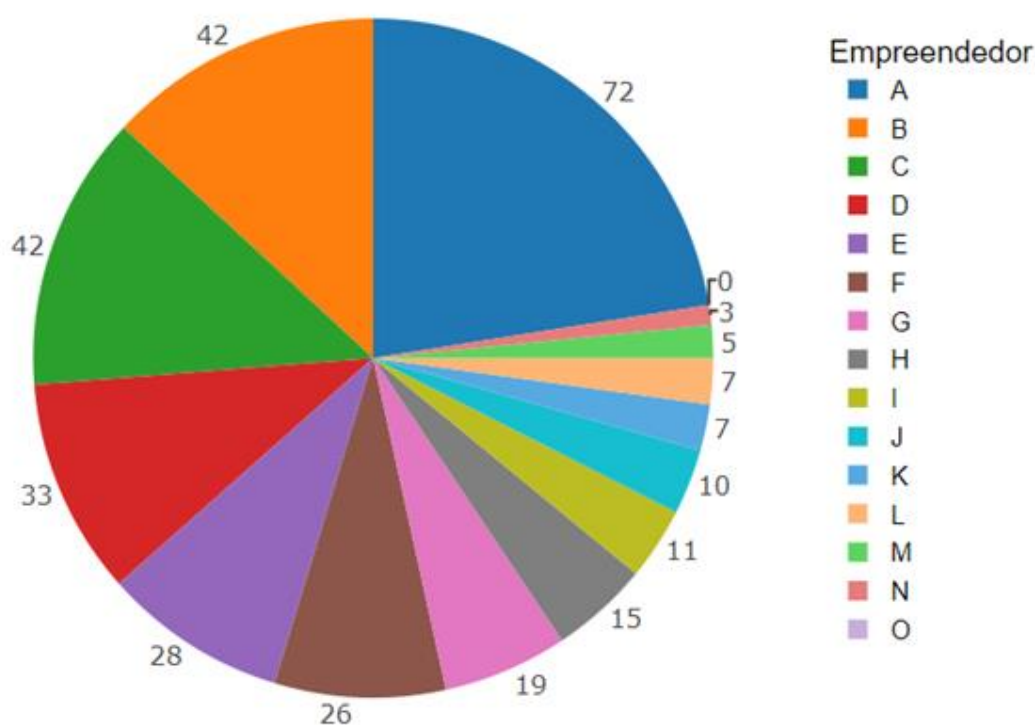


Figura 26 – Quantidade de torres por empreendedor que respondeu a Consulta Dirigida.

A seguir é apresentado um resumo compilado das respostas e sugestões dos empreendedores.

6.1 Quantidade e Localização das Torres Anemométricas

a) Em relação à obrigatoriedade de instalação de uma torre anemométrica por parque eólico no ACR: cabem aprimoramentos nesta regra? Quais?

Foram levantadas as seguintes propostas:

1. Revisitar a necessidade de uma estação anemométrica por parque (7 agentes):
 - Adotar uma distância mínima entre estações.
 - Adotar um procedimento técnico no qual uma empresa certificadora independente indica a melhor distribuição de estações dentro da área útil, limitando-se uma estação por parque, respeitando as características do local e restrições socioambientais.
 - Adotar uma estação por complexo eólico.

2. Alteração do prazo de obrigatoriedade do início de envio de dados anemométricos (5 agentes):
 - Alteração da obrigatoriedade do início de envio ser 180 dias para 60 dias depois da entrada em operação comercial do parque.
 - Prazo de instalação da torre ser igual a data de entrada em operação do parque.
 - Prazo de instalação da torre ser vinculado ao momento pré-operacional da usina, de forma que, até a solicitação da (DAPR/P)²¹, a estação esteja em operação.
3. Aumentar o prazo de interrupção de medições dos anemômetros para 60 dias e/ou 20% ao ano, conforme demais equipamentos (3 agentes).
4. Manter uma torre anemométrica por parque eólico, conforme instrução atual (3 agentes).

b) Qual seria o critério objetivo e isonômico para definição da quantidade e localização das novas torres, considerando inclusive a alocação de custos?

Foram indicadas as seguintes propostas:

1. Limitar distância entre as estações anemométricas (6 agentes):
 - Em terrenos simples (conforme definição da IEC 61400-12-1 - Anexo A), uma torre a cada 10 km e para terrenos complexos, uma torre a cada 2 km.
 - Distância máxima de 10 km entre torres anemométricas até os aerogeradores de parques de um mesmo empreendedor, em caso de terrenos simples, e distância máxima de 6 km, em caso de terrenos complexos, em concordância aos requerimentos da Portaria MME nº 102/2006. Para a localização das torres, devem ser respeitados os critérios da IEC 61400-12-1:2017.
 - Considerar um raio de representatividade para evitar torres muito próximas.
 - Considerar o complexo como um todo, com cada torre cobrindo uma extensão linear de 5 km ortogonal à direção predominante do vento.
2. Adotar uma torre por complexo eólico (2 agentes):
 - Uma estação por complexo, considerando um raio de representatividade e ficando a cargo do empreendedor instalar mais estações.
3. Manter o critério atual de no mínimo uma torre por parque eólico (3 agentes).

Também foram encaminhadas as seguintes proposições sobre possível instalação de torres fora da área do parque eólico:

- Caso a localização da nova torre seja fora da área do parque, deve ser levado em consideração se o empreendedor possui planos futuros para a implantação de possíveis projetos na localidade em questão.
- Um empreendedor não se mostrou favorável à instalação de novas torres fora das áreas dos parques pois levaria a maiores custos e complicações adicionais.
- No caso de torres fora da área do parque, a EPE deveria definir a localização e arcar com pelo menos 50% dos custos de instalação e manutenção.

²¹ Declaração de Atendimento aos Procedimentos de Rede para início da Operação Comercial Provisória, emitida pelo ONS

c) No caso de possibilidade de instalação de novas torres em locais fora da área do parque, a quem caberia a definição da localização da torre AMA?

1. Empreendedor (8 agentes)
2. EPE (4 agentes)
3. Não concorda (2 agentes)
4. Empreendedor, sendo a EPE a corresponsável (1 agente)

d) Você identifica restrições em a EPE definir as regiões de interesse de novas torres (fora da área do parque)?

1. Sim (10 agentes)
2. Não (5 agentes)

A EPE entende que cabem aprimoramentos na regra atual de uma estação por parque eólico, de forma a diminuir a concentração de estações em regiões onde o recurso eólico já está bem mapeado. Uma sugestão objetiva e isonômica levantada nesta consulta dirigida é a utilização do Art. 5, parágrafo quarto da Portaria MME nº 102/2016, que trata sobre os requisitos para cadastramento e habilitação técnica de projetos de geração a partir da fonte eólica: *“Fica definido como parque eólico o conjunto de aerogeradores interligados eletricamente, situados nas áreas circulares com raio de até dez quilômetros em torno das torres de medição anemométrica, no caso de terrenos de superfície plana com rugosidade homogênea, e com raio de até seis quilômetros, no caso de terrenos complexos, identificados os aerogeradores e as torres de medição por suas coordenadas UTM, sujeita à validação da EPE a definição do raio quanto à adequação com a topografia.”*

Assim, poderia ser utilizado um critério isonômico e objetivo para todos os empreendimentos, definindo, inclusive, raios de representatividade menores a depender da topografia. Caso o novo parque eólico já esteja integralmente coberto por uma torre AMA existente e sendo do mesmo empreendedor (dentro dos raios de validade supracitados), a instalação da nova torre seria dispensada.

Em contrapartida, na mudança de titularidade de parques com mesma torre anemométrica representativa do complexo anteriormente formado, algum empreendimento pode vir a ficar sem responsabilidade sobre a torre anemométrica instalada e sem possibilidade de sanção legal sobre o não atendimento dos critérios de medição. Para estes casos, não é interessante do ponto de vista técnico solicitar a instalação de outra torre, já que anteriormente havia representação. Mas do ponto de vista econômico e contratual, somente parte do complexo ficaria com as reponsabilidades e custos sobre a torre, resultando em uma solução não isonômica. Ainda, assim entende-se que os benefícios proporcionados à maioria se sobrepõem a este risco.

Com relação à instalação de torre fora da área do parque, considerando os argumentos trazidos na consulta dirigida, entende-se que esta opção deva ser facultada aos agentes, de forma a permitir o melhor conhecimento do recurso eólico em novas áreas sem, contudo, imputar custos e complexidades adicionais. Assim, esta seria uma excepcionalidade e caberia ao agente propor à EPE a localização da torre e, em havendo concordância de ambas as partes, a nova torre seria aceita para fins de cumprimento das regras do Sistema AMA.

Em relação ao prazo de início das medições para envio de dados ao Sistema AMA, houve mudança conforme apresentado na Portaria MME/GM nº 797/2024, publicada em 23 de julho de 2024, alterando a Portaria MME nº 29/2011. A partir da vigência da nova Portaria, em 1º de agosto de 2024: *“as medições devem ser iniciadas em até sessenta dias após a data de Início das Obras da Usina, conforme divulgado mensalmente pela Agência Nacional de Energia Elétrica, por meio do*

Relatório de Acompanhamento da Expansão da Oferta de Geração de Energia Elétrica - RALIE ou outro documento que venha a substituí-lo.”.

Com essa alteração, pressupõe-se que sejam evitadas relocações de estações anemométricas em curto período de operação por questões relacionadas a alterações de características técnicas de projetos vencedores. Ressalta-se que tal prazo deverá ser aplicado somente para parques vencedores de leilão a partir da vigência da Portaria MME/GM nº 797/2024.

Em relação à mudança do prazo de interrupção da medição dos anemômetros de 30 para 60 dias corridos, a EPE entende que os prazos diferenciados para anemômetros são flexíveis o suficiente para a manutenção dos equipamentos e retorno das medições, devido a importância de manter a continuidade dos dados de vento e, portanto, os critérios atuais devem ser mantidos.

6.2 Envio de dados dos parques do ACL

a) É desejável que os parques eólicos do ACL também tenham obrigação de instalação de uma torre no padrão AMA e envio de dados à EPE? Justifique.

1. Sim (9 agentes). Foram apresentadas as seguintes justificativas ou considerações:

- É desejável caso seja definido um raio de representatividade para evitar torres próximas.
- Sim, mas sem penalidades, para que essas informações cheguem à EPE sem onerar a operação dos parques eólicos do ACL.
- Seguindo regras técnicas bem definidas pela EPE. Porque os dados de vento são fundamentais para o correto monitoramento da performance dos parques eólicos. Somente a partir de medições padronizadas é que será possível realizar benchmarks de performance no país como um todo.
- Os dados coletados por estações do ACL podem contribuir para o aprimoramento dos estudos e avanço das energias renováveis, tendo em vista que alguns destes parques podem estar distantes de áreas com torres AMA, de modo que os registros coletados pela EPE seriam mais abrangentes.
- Os dados do ACL são importantes e é necessário ter um padrão para todos os parques.
- O crescimento contínuo dos empreendimentos de geração no ACL reforça a importância da obrigação de instalação de uma torre no padrão AMA por parque, com o envio de dados à EPE para manter a isonomia entre ambientes de contratação.

2. Não (5 agentes). Foram apresentadas as seguintes justificativas ou considerações:

- Ficar optativo ao empreendedor do ACL fazer a instalação da torre ou não.
- Mediante um acordo operativo entre empreendedor do ACL e EPE, cujo entendimento é de necessidade de instalação de uma torre de medição para avaliação do recurso eólico no local, poderia ser considerado o envio dos dados desta torre ao Sistema AMA.
- Manter somente as torres do ACR, conforme regra atual.

b) Haveria ganho para o Sistema Elétrico em caso desta obrigação se efetivar? Qual?

1. Sim (11 agentes). Foram apresentadas as seguintes contribuições:

- Considerando o aumento do volume de cortes de geração, entende-se que o recebimento destes dados pela EPE poderá auxiliar também nos processos de cálculo da energia frustrada pelo ONS, permitindo inclusive a utilização dos dados encaminhados à EPE, quando da falha no envio da geração em tempo real.
- Desenvolvimento de novas linhas de transmissão baseado no potencial eólico.
- Possibilitar que os agentes executem medidas de controle e monitoramento da performance dos ativos.

- O envio dos dados por parques ACL, combinado com a publicação dos dados AMA, permitiria a utilização para fins acadêmicos, bem como seria um fator favorável para a atração de investimentos no país.
 - Maior assertividade nos estudos de previsão e geração.
2. Não (2 agentes). Foram apresentadas as seguintes justificativas ou considerações:
- Agregaria muito pouco, visto que o maior volume de dados são as torres do ACR e já apresentam dados suficientes para futuras análises.

Diante do apresentado na seção 4.4²² e das sugestões enviadas pelos agentes, o envio de dados de medições dos parques do ACL traria diversos benefícios para o planejamento do sistema elétrico, por mapear áreas onde possivelmente não serão instalados parques do ACR no futuro, o que é reforçado pela tendência de maior relevância do ACL. De fato, o mapa da Figura 25 mostra regiões onde atualmente existem apenas usinas do mercado livre e cujo potencial poderia ser mais bem conhecido caso estas disponibilizassem medições para o AMA. Também é necessário estabelecer critérios semelhantes em relação ao envio de dados anemométricos para parques ACR e ACL como apontado por alguns agentes. Nesse sentido, entende-se que a proposta de envio opcional por parques do ACL já é aplicada atualmente e não resolve a questão da isonomia entre mercados. Da mesma forma, a sugestão de não aplicação de penalidades às torres do ACL teria o agravante de possivelmente resultar em dados com qualidade inferior ou em mais falhas, prejudicando seu uso.

Desta forma, a EPE sugere que seja incluída a exigência de envio de dados anemométricos dos parques do ACL, desde que não existam torres cadastradas no Sistema AMA e do mesmo empreendedor, em raio de 10 km para terrenos simples e 6 km para terrenos complexos, conforme a Portaria MME nº 102/2006. Ademais, o agente do ACL já se encontra diante da necessidade de envio de medições anemométricas devido às obrigações previstas no módulo 2.12 dos Procedimentos de Rede do ONS. A exigência seria aplicada apenas a usinas novas, a partir do início de vigência de tal alteração e as estações anemométricas desses parques deverão ser instrumentadas de acordo com o padrão das normas da EPE (Sistema AMA) e cumprir as mesmas exigências aplicadas aos parques do ACR, de forma a manter isonomia entre os mercados.

Reforça-se que esta proposta necessita da apreciação do MME e da ANEEL, que detêm a competência para tal exigência.

6.3 Abertura e publicidade dos dados

a) Você é favorável à divulgação dos dados individuais por usina?

1. Sim (9 agentes): totalizam 123 estações AMA
2. Não (6 agentes): totalizam 197 estações AMA

²² Traz discussão sobre a quantidade de parques eólicos do ACL e a necessidade de critérios isonômicos em relação ao envio de dados anemométricos de parques ACL e ACR.

b) Em não sendo favorável à divulgação dos dados individuais por usina, qual seria agregação espacial sugerida?

1. Por estado (1 agente): totalizam 42 estações AMA
2. Dados por consolidados por sub-região ("bacias eólicas" com comportamento de vento similar) (3 agentes): totalizam 68 estações AMA
3. Não responderam (2 agentes)

c) Qual a discretização temporal dos dados AMA sugerida para a disponibilização?

1. 10 min (6 agentes): totalizam 71 estações AMA
2. 30 min (3 agentes): totalizam 50 estações AMA
3. 60 min (4 agentes): totalizam 112 estações AMA
4. Média mensal (1 agente): 72 estações AMA
5. Não respondeu (1 agente): 15 estações AMA

d) Qual periodicidade mínima para a disponibilização dos dados?

1. Semestral (1 agente): 7 estações AMA
2. Mensal (6 agentes): totalizam 199 estações AMA
3. Quinzenal (4 agentes): totalizam 68 estações AMA
4. Diário, via API (1 agente): 5 estações AMA

e) Devem ser disponibilizados os dados brutos ou tratados?

1. Tratados (marcação de falhas e interrupções pela EPE) (11 agentes): totalizam 230 estações AMA.
2. Brutos (conforme envio pelo empreendedor) (2 agentes): totalizam 49 estações AMA.

f) Seria indicado disponibilizar todo o histórico de medições da torre ou seria suficiente somente período a partir de uma data determinada?

1. Histórico completo (5 agentes): totalizam 117 estações AMA.
2. Histórico parcial (7 agentes): totalizam 120 estações AMA.

g) Quais seriam os benefícios e riscos da abertura e publicidade dos dados do Sistema AMA?

Foram apresentados os seguintes benefícios:

1. Estudos mais elaborados e com maior assertividade, tendo em vista uma maior quantidade de medições em determinadas localidades.
2. O agente poderá avaliar, de forma mais detalhada, as características do recurso eólico nas diferentes regiões, de forma a otimizar sua operação, melhorando sua performance.
3. Maior conhecimento do recurso eólico para diversos estudos de otimização das tarefas de O&M.
4. Acesso a qualidade do recurso nas diferentes regiões. Ajudar na modelagem, evitar uso de dados sintéticos para correlação de longo prazo, elaboração de mapas eólicos.
5. Benefícios para a área acadêmica e conhecimento científico no geral.

Foram apresentados os seguintes riscos:

1. Riscos de exposição negativa à concorrência.

2. A utilização de dados de forma equivocada, por pessoas de má índole, para a aprovação de projetos próximos a parques existentes. Utilização destes dados para certificação. Players que estão buscando novas áreas para o desenvolvimento de novos projetos terem acesso preciso das informações.
3. Uso indevido dos dados sem o tratamento adequado.
4. No caso de expansão de um “cluster” (estratégia comum), no qual o gerador conhece bem a região, seria facilitado o uso dos dados para prospecção por outros desenvolvedores, que não teriam custos e riscos.

A partir das respostas dos agentes observa-se que a maioria é a favor da **divulgação dos dados** do AMA por usina. Por outro lado, quando se pondera as respostas pela quantidade de estações vinculadas, os agentes com maior número de torres anemométricas tendem a ser mais restritivos em relação a publicação desta forma. Dentre os agentes que são contrários à divulgação por usina, a maioria tem preferência por divulgação dos dados por “bacias eólicas”. Uma possível desvantagem dos dados por usina seria a exposição do agente à análises de desempenho de seu parque por terceiros, sobretudo ao cruzar os dados de vento com os de geração, disponibilizados pelo ONS, o que pode ser minimizado com a agregação temporal e/ou espacial.

Em relação a **discretização** dos dados anemométricos, a maioria dos agentes indicou discretização de 10 minutos, entretanto, quando ponderado pela quantidade de estações vinculadas, a preferência é por discretização horária. Entende-se que esta é suficiente para boa parte dos estudos de longo prazo de recurso eólico, sendo inclusive a adotada pela EPE em muitas análises, inclusive de correlações para estimativas de longo prazo. Essa forma também evitaria o alegado “uso indevido”, discutido adiante, por não ser suficiente para a certificação de um novo projeto de outro desenvolvedor.

Essas agregações - espacial (por bacia eólica) e temporal (a cada 1 hora) - não impedem a realização de outros estudos pela EPE, utilizando formatos distintos, sem a divulgação dos dados brutos originais, mantendo o entendimento discutido neste documento.

Quanto à **periodicidade** mínima para disponibilização dos dados, a maioria dos agentes sugeriu divulgação mensal do histórico parcial dos dados e com marcação de falhas e interrupções. Destaca-se que por “histórico parcial” pode-se entender como o período completo a partir de uma determinada data (não divulgando dados anteriores) ou como uma janela móvel (os últimos 12 meses, por exemplo), o que não ficou claro nas respostas. Entende-se, porém, que a janela móvel permitiria que os usuários armazenassem os dados à medida que fossem sendo divulgados, completando o histórico e, portanto, não parece ser uma solução eficaz. Além disso, o histórico parcial reduziria o potencial uso dos dados para correlações de longo prazo, um dos benefícios identificados. Outra possível interpretação seria um atraso na divulgação das medições recentes, não mostrando o último ano, por exemplo, o que pode ser uma preocupação válida no caso de divulgação de dados por usina. A agregação temporal e espacial dos dados tende a minimizar essa questão.

Com relação ao alegado “**uso indevido**”, cabe discutir o papel do AMA: em se tratando de dados de uso comum, seus benefícios seriam isonômicos entre os agentes, sem dar vantagem competitiva àquele que instalou e opera determinadas torres. Nesse sentido, poderia vislumbrar até mesmo o uso dos dados públicos para certificar novos projetos, se disponíveis a cada 10 minutos, mas com a ressalva de que o usuário não disporia dos relatórios de instalação e manutenção da torre, e de calibração de equipamentos, representando incertezas adicionais ao seu estudo. Assim, os dados do AMA devem ser considerados como informações adicionais, para correlação e preenchimento de falhas de torres de prospecção, por exemplo, reduzindo incertezas na estimativa de produção de energia.

Dado que não houve consenso entre os agentes, entende-se que a proposta de publicação de dados por usina, a cada 10 minutos, aumenta o risco de judicialização discutido na seção 4.5.1 e, por isso, deve-se buscar uma solução de compromisso que deixe os agentes confortáveis e, ao mesmo tempo, contribua com a maior divulgação e bom uso dos dados. Assim, entende-se que a divulgação de dados horários e agregados por (i) complexo (região de parques contíguos); (ii) “bacias eólicas” (regiões com comportamento de vento semelhante); ou (iii) conjuntos do ONS²³; atende aos desenvolvedores, sem trazer riscos.

Outra possível abordagem seria a abertura gradual ao longo do tempo, ou seja, iniciando no formato supracitado e, à medida em que se configure possível o maior detalhamento, passa-se a uma maior discretização temporal e espacial.

Uma vez que as torres AMA foram instaladas em momentos distintos, a agregação introduz o desafio de considerar medições descasadas no tempo (mas sincronizadas quando coincidentes), o que passa pela consideração de uma metodologia transparente e robusta, a ser discutida.

6.4 Responsabilidade pela operação e manutenção do Sistema AMA

a) Sua Empresa utiliza os dados do Sistema AMA?

1. Sim (9 agentes)
2. Não (6 agentes)

b) Haveria ganhos na sua operação em dispor dos dados do Sistema AMA de forma mais detalhada? Quais?

Oito agentes indicaram que haveria ganhos em dispor destes dados:

1. Avaliação de forma mais detalhada as características do recurso eólico nas diferentes regiões, de forma a otimizar operação e melhorando performance.
2. Maior previsibilidade nas manutenções. Ganhos para o monitoramento, performance e maior assertividade.
3. Quando da observação de alguma mudança na série temporal, analisar se aquela modificação já aconteceu ou acontece em estações próximas.
4. Seria possível entender melhor a performance dos projetos que tem o mesmo tipo de aerogerador.

c) Você identifica instituições com conhecimento e capacidade de hospedagem deste tipo de banco de dados, em parceria com a EPE? Quais?

AWS, Azure, Google Cloud, Alibaba Cloud, Oracle Cloud, IBM Cloud, Tencent Cloud, OVH Cloud, Digital Ocean, Linode, INPE, INMET, ONS, Universidades, Delfos, Onix.

d) Você identifica instituições, além da EPE, com conhecimento notável em tratamento e análises de dados meteorológicos e climatológicos? Quais?

Certificadoras, INMET, INPE, CEMADEM, SIMEPAR, WAY2, Clima Tempo, FUNCEME, AESA, APAC, ISI-ER, TREE Energy, Universidades.

²³ [Dados do Relacionamento Entre Conjuntos e Usinas - Conjunto de dados - ONS DADOS ABERTOS](#)

Como resultado destas contribuições, a EPE continuará aprimorando suas ferramentas de análise e buscando parcerias que levem a melhorias nas análises e formato de divulgação dos dados.

7 Considerações Finais

Esta Nota Técnica documentou o histórico do Sistema AMA desenvolvido pela EPE, registrando seus aspectos inovadores e que resultaram no que hoje pode ser considerada uma das maiores bases de dados de medições anemométricas a nível mundial. Também foram destacados os diversos estudos da EPE que contaram com esses dados, demonstrando sua utilidade e importância para o planejamento energético.

Considerando a evolução do mercado eólico nacional, é discutido o futuro do Sistema AMA, abordando a análise de qualidade dos dados, o prazo de início das medições, o requisito de uma torre por parque, a assimetria de requisitos entre ACR e ACL, e o papel da EPE na operacionalização do Sistema, vislumbrando a possibilidade de alocação em outras instituições especializadas em dados climatológicos.

Outro aspecto trazido à tona (possivelmente o de maior impacto) é a questão da publicidade dos dados, que hoje são disponibilizados apenas após agregação estadual e regional, o que limita o uso das informações. Foram apontadas as frequentes solicitações que a EPE recebe para disponibilizar as medições individualizadas, o que sempre fora negado com base em uma interpretação conservadora das regras. Esse entendimento já fora questionado por outras instituições setoriais e após uma análise jurídica mais detalhada, concluiu-se que a publicidade dos dados anemométricos do Sistema AMA é possível e desejável, como descrito na seção 4.5, ainda que diversas questões (listadas na seção 5) mereçam ser discutidas com os agentes do Sistema AMA.

No entanto, entende-se também que não seria possível ou desejável publicizar os dados brutos, tanto pelas falhas comuns destes quanto pelos eventuais impactos comerciais aos desenvolvedores. Assim, entende-se a agregação dos dados mitiga esse risco, restando definir o nível de agregação temporal e espacial necessários.

Por fim, para além dos argumentos favoráveis à abertura, também foram elencados os riscos e desafios vislumbrados, relativos aos trabalhos e recursos computacionais adicionais necessários, bem como a eventual discordância de entendimento e judicialização. Para minimizar tais riscos e identificar outros, foi realizada uma consulta aos agentes do Sistema AMA, para que estes opinassem sobre as propostas apresentadas. A análise das contribuições recebidas, apresentada no capítulo 6 deste documento, resultou nas seguintes propostas de aprimoramentos:

- a) Dispensa de instalação de nova torre caso o novo parque eólico esteja integralmente coberto por uma torre AMA existente do mesmo empreendedor.
- b) Possível instalação da torre em outro local, proposto pelo empreendedor e aceito pela EPE.
- c) Instalação de torre e envio de dados pelas usinas do ACL, desde que não existam torres cadastradas no Sistema AMA e do mesmo empreendedor, em raio de 10 km para terrenos simples e 6 km para terrenos complexos, conforme a Portaria MME nº 102/2006, atendidos os mesmos padrões das torres do AMA, bem como o cumprimento dos mesmos critérios e determinações normativas previstas aos parques do ACR.
- d) Divulgação do histórico (até o ano anterior) de dados climatológicos integralizados a cada hora e agregados por bacias eólicas.

Destaca-se que parte das modificações analisadas depende também de outras instituições com as quais a EPE irá interagir visando sua implementação. Ainda assim, mesmo naquelas que dependem apenas da EPE, é possível que as limitações abordadas na seção 4.5.1.a representem desafios de ordem temporal, razão pela qual ainda não é possível definir prazos para a efetivação.

8 Referências

- [1] EPE, "Empreendimentos Eólicos: Instruções para o cadastramento e habilitação técnica com vistas à participação nos Leilões de Energia," 2007. [Online]. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-113/Instru%C3%A7%C3%B5es%20para%20Projetos%20Centrais%20E%C3%B3licas%20R0%20_2_.pdf.
- [2] MME, "Portaria MME 21, de 18 de janeiro," Brasília, 2018.
- [3] MME, "Portaria no 211, de 28 de maio de 2009," Brasília, 2009.
- [4] ANEEL, "ANEXO II AO EDITAL DE LEILÃO N. 03/2009-ANEEL Fl. 5/ 28 – Minuta de CER," Brasília, 2009.
- [5] EPE, "Nota Técnica DEA 14/09. Instruções para as medições anemométricas e climatológicas do Leilão de Energia de Reserva 2009," Rio de Janeiro, 2009.
- [6] MME, "Portaria MME 29, de 28 de janeiro de 2011," Brasília, 2011.
- [7] EPE, "EPE, "Empreendimentos eólicos: Instruções para medições meteorológicas em parques eólicos (Nota Técnica EPE/DEE/057/2016-R4)," Março 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/aceso-restrito/Documents/DEE_057_16_R4_Instru%c3%a7%c3%b5es_me," Rio de Janeiro, 2023.
- [8] Cresesb/Cepel, "Atlas do Potencial Eólico Brasileiro," 2001. [Online]. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf.
- [9] EPE, "Manual do usuário do AMA - Nota Técnica DEA 01/11," Rio de Janeiro, 2011.
- [10] EPE, "Manual do Usuário do Sistema de Acompanhamento de Medições Anemométricas – AMA (EPE-DEE-RE-108/2016 – r0)," Rio de Janeiro, 2016.
- [11] EPE, "Caracterização do Recurso Eólico e Resultados Preliminares de sua Aplicação no Sistema Elétrico (Nota Técnica DEA 15/13)," Rio de Janeiro, 2013.
- [12] M. E. Jensen, R. D. Burman e R. G. (. G. Allen, Evapotranspiration and irrigation water requirements : a manual, New York, N.Y: The Society, c1990., 1990.
- [13] EPE & GIZ, "Instalação de Estações Anemométricas: Boas práticas," 2015. [Online]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/aceso-restrito/Documents/Guia%20Boas%20Pr%c3%a1ticas%20Esta%c3%a7%c3%b5es%20Anemom%c3%a9tricas.pdf>.
- [14] ONS, "Desenvolvimento Metodológico para Previsão de Geração de Fonte Eólica (NT 151-2018)," Rio de Janeiro, 2018.

- [15] EPE, "Dados de entrada para modelos elétricos e energéticos: metodologias e premissas (NOTA TÉCNICA EPE/DEE/011/2021-R2)," Novembro 2022. [Online]. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-689/topico-639/NT%20EPE-DEE-011-2021-R2_Dados%20de%20entrada%20para%20modelos.pdf.
- [16] EPE, "Empreendimentos Eólicos - Algumas estatísticas obtidas da simulação da geração eólica na região Nordeste (EPE-DEE-RE-107/2016-rev0)," Rio de Janeiro, 2016.
- [17] EPE, "Avaliação da Geração de Usinas Híbridas Eólico-Fotovoltaicas: Proposta metodológica e estudos de caso," 2017. [Online]. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-232/topico-214/Metodologia%20para%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20usinas%20h%C3%ADbridas%20e%C3%B3lico-fotovoltaicas.pdf>.
- [18] EPE, "Usinas Híbridas: Uma análise qualitativa de temas regulatórios e comerciais relevantes ao planejamento," 2018. [Online]. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-332/topico-393/NT%20EPE-DEE-NT-011-2018-r0%20\(Usinas%20h%C3%ADbridas\).pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-332/topico-393/NT%20EPE-DEE-NT-011-2018-r0%20(Usinas%20h%C3%ADbridas).pdf).
- [19] EPE, "Usinas híbridas no contexto do planejamento energético," 2019. [Online]. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-386/EPE_DEE_NT_029_2019_r0_%20Usinas%20h%C3%ADbridas.pdf.
- [20] EPE, "Usinas associadas eólico-fotovoltaicas - Considerações para cálculo de garantia física de energia," 2020. [Online]. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-540/NT-EPE-DEE-084-2020_GF_usinas_associadas_r1.pdf.
- [21] EPE, "Combined Wind and Solar Auctions," 2021. [Online]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/paper-combined-wind-and-solar-auctions>.
- [22] ANEEL, "Resolução Normativa ANEEL nº 1.071, de 29 de agosto de 2023," 2023. [Online]. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20231071.pdf>.
- [23] EPE, "Avaliação do Suprimento de Potência no Sistema Elétrico e impactos da Covid-19," Agosto 2020. [Online]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/topico-522/PDE%202030%20-%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20Suprimento%20de%20Pot%C3%Aancia%20no%20Sistema%20El%C3%A9trico%20e%20impactos%20da%20Covid-19%2>.
- [24] EPE, "Flexibilidade e Capacidade: Conceitos para a incorporação de atributos ao planejamento," Rio de Janeiro, 2018.
- [25] EPE, "Metodologia de Estimativa de Requisitos e Recursos de Flexibilidade no SIN," Rio de Janeiro, 2023.
- [26] EPE, "Alteração da modalidade contratual dos CCEARs da fonte de geração eólica," Junho 2018. [Online]. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/editais_geracao/documentos/NT_042_ContratoEolicoaPorQuantidade_AP-21-2018.pdf.

- [27] EPE, "Lastro e Energia - Metodologia de Referência para a Quantificação da Contribuição da Oferta: Lastro de Produção e Capacidade (EPE/DEE/134/2021-R0)," Rio de Janeiro, 2021.
- [28] EPE, "Nota Técnica Empreendimentos eólicos ao fim da vida útil: Situação Atual e Alternativas Futuras (EPE-DEE-NT-012/2021-r0)," 2021.

APÊNDICE 1: Parecer Jurídico sobre a Disponibilização de Dados do AMA

PARECER CONJUR/EPE Nº 96/2022

Interessado: DEE/SGE.

Ementa: Disponibilização dos dados do Sistema AMA. Adequação ao conceito de base de dados e proteção conferida pelo direito autoral. Caracterização do sigilo dos dados. Precaução. Disponibilização em formato agregado.

Sumário: *I. Consulta; II. Análise; II.a Manifestação prévia; II.b Relatório; II.c Regra jurídica; II.d. Aplicação da regra ao caso; III. Conclusão.*

I – CONSULTA

1. Recebemos em 12/08/2022, por meio da Correspondência Interna nº CI/EPE/DEE/SGE/02/2022, uma consulta da Superintendência de Planejamento da Geração sobre os aspectos jurídicos envolvendo a possibilidade de disponibilização, de forma pública e irrestrita, dos dados anemométricos e climatológicos do Sistema de Acompanhamento de Medições Anemométricas – AMA.

II - ANÁLISE

II.a – Manifestação prévia

2. Inicialmente destacamos que em consulta à nossa base de dados, não identificamos manifestação da Consultoria Jurídica sobre o tema ora sob análise.

II.b – Relatório

3. A CI/EPE/DEE/SGE/02/2022 contextualiza a consulta relatando que, nos termos da Portaria MME nº 29, de 28 de janeiro de 2011, os empreendedores que negociarem energia elétrica proveniente de fonte eólica nos Leilões de Energia deverão realizar medições anemométricas e climatológicas permanentes no local de instalação do parque eólico e transmitir os dados à EPE.

4. Conforme expressamente destacado no art. 1º, inciso I, da Portaria MME nº 29/2011, “os registros das medições anemométricas **deverão ser transmitidos à Empresa de Pesquisa Energética - EPE**, de acordo com relação de grandezas e protocolo de transmissão de dados a ser definido, que integrarão **a base pública referencial para os estudos de geração eólica**”.

5. Portanto, a EPE recebe, analisa e armazena tais dados no Sistema AMA e os utiliza nos estudos de planejamento energético juntamente com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) na previsão de geração de energia eólica.

6. Na sequência, relata a área requisitante que a EPE recebe pedidos, sobretudo do setor acadêmico, de acesso a tal base de dados, onde são recebidas medições de mais de 600 torres anemométricas a cada 10 minutos. Porém, a resposta seria sempre negativa, em razão do entendimento de que os dados que compõem a base seriam de propriedade dos empreendedores, tendo a EPE apenas a sua guarda.

7. Entretanto, aduz a referida correspondência interna que a EPE disponibiliza em seu sítio eletrônico uma página com dados (umidade relativa, velocidade média, permanência e direção do vento) agregados por estado e por ano, em intervalo horário. E, apesar dessa iniciativa de transparência, prossegue relatando que “ainda se verifica o descontentamento dos usuários, que se manifestam por meio do Serviço de Informação ao Cidadão (SIC) e em eventos setoriais, desejando obter acesso aos dados específicos das torres anemométricas, em maior resolução temporal”.

8. Nesse sentido, consulta-nos a área requisitante acerca da juridicidade da disponibilização dos dados em referência de forma pública e irrestrita, isto é, dos dados brutos. Caso não seja possível, a área requisitante apresenta uma possibilidade de disponibilização dos dados agregados, qual seja: “velocidades médias e direções dos ventos a cada hora, representativos de torres de cada região, de forma a manter a sigilosidade dos dados brutos, mas com a disponibilização de informações sobre o comportamento dos recursos eólicos”.

II.c – Regra jurídica

9. Inicialmente, cumpre esclarecer que o objeto da análise consiste em uma: (i) base de dados; (ii) constituída por determinação do MME imposta aos empreendedores que negociarem energia elétrica nos leilões de energia regulados, por pressuposto lógico, que vierem a instalar usinas eólicas (EOL); e (iii) destinada à composição de uma “base pública referencial para os estudos de geração eólica”.

10. No entanto, antes de investigar a eventual existência de regras específicas que disciplinem a publicidade pretendida pela área requisitante, entendemos por adequado, preliminarmente, melhor delimitar o conceito de *base de dados*.

11. Por *dado*, podemos entender, conforme art. 2º, inciso I, do Decreto nº 8.777/2016, a “sequência de símbolos ou valores, representados em qualquer meio, produzidos como resultado de um processo natural ou artificial”. Os dados “processados ou não, (...) podem ser utilizados para produção e transmissão de conhecimento, contidos em qualquer meio, suporte ou formato”, o que constitui a definição de *informação*, conforme previsto no art. 4º, inciso I, da Lei nº 12.527/2011 (Lei de Acesso à Informação – LAI).

12. Apesar de muitas vezes referenciada em diversas leis e decretos, não identificamos um conceito normativo de base de dados. Sendo assim, nos socorrendo da literatura especializada, é possível entender que *base de dados* (ou *banco de dados*, termos utilizados aqui como sinônimos) configura uma “coleção de informações que se relacionam entre si; informações essas que podem ser armazenadas, atualizadas, manipuladas, classificadas e recuperadas”¹, ou, conforme definição apresentada por empresa especializada, uma “coleção organizada de informações - ou dados - estruturadas, normalmente armazenadas eletronicamente em um sistema de computador”.²

13. A literatura apresenta algumas classificações das bases de dados, importando-nos aquela³ que distingue a sua *forma de composição*:

Pode ser composta [a base de dados] de duas formas: por dados brutos ou por dados enriquecidos.

Os dados brutos são aqueles que têm uma formação ditada pela codificação imposta pela linguagem, tais como datas, localizações geográficas e cálculos. Por estarem em estado bruto, essas informações não comportam quaisquer contribuições intelectuais (ou criativas) por parte de quem as transmite.

Os dados enriquecidos, por sua vez, são as informações as quais foram agregadas, em sua formação, qualidades resultantes de apreciações e/ou interpretações, estando presente personalidade de quem os transmite, entendido como autor.

¹ LIMA, João Ademar de Andrade Lima. A base de dados com objeto de proteção de direito autoral. *Revista Spei*, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 47-51, jan./jun. 2004. p. 49.

² Oracle. O que é um banco de dados? Disponível em: <https://www.oracle.com/br/database/what-is-database/>. Acesso em 22/08/2022.

³ LIMA, João Ademar de Andrade Lima. op. cit. p. 49.

14. Identificado o conceito de base de dados, entendemos que cabe explicitar qual proteção é deferida à base de dados sob a ótica da Propriedade Intelectual.⁴ Neste ponto, destacamos que a base de dados, assim como outras compilações, é protegida sob a ótica do Direito Autoral, conforme previsto na Constituição da República e na Lei nº 9.610/1998:

Constituição da República:

Art. 5º (...)

XXVII - aos autores pertence o direito exclusivo de utilização, publicação ou reprodução de suas obras, transmissível aos herdeiros pelo tempo que a lei fixar;

XXVIII - são assegurados, nos termos da lei:

a) a proteção às participações individuais em obras coletivas e à reprodução da imagem e voz humanas, inclusive nas atividades desportivas;

b) o direito de fiscalização do aproveitamento econômico das obras que criarem ou de que participarem aos criadores, aos intérpretes e às respectivas representações sindicais e associativas;

Lei nº 9.610/1998:

Art. 7º. São obras intelectuais protegidas as criações do espírito, expressas por qualquer meio ou fixadas em qualquer suporte, tangível ou intangível, conhecido ou que se invente no futuro, tais como:

(...)

*XIII - as coletâneas ou compilações, antologias, enciclopédias, dicionários, **bases de dados** e outras obras, que, por sua seleção,*

⁴ A Propriedade Intelectual pode ser entendida como “(...) a área do Direito que cuida da proteção às criações do homem nas áreas técnico-científica, literária e artística e também àquelas relacionadas à indústria, nas invenções, inovações, processos e design de um modo geral, abrangendo desde a arquitetura ao desenho industrial. Possui os três elementos essenciais do Direito de Propriedade – usar, gozar e dispor – daí não ser nomeado simplesmente Direito Intelectual, mas Propriedade Intelectual. Em nosso país, a Propriedade Intelectual é disciplinada principalmente pelas Leis 9.279/96 (Marcas e Patentes), 9.456/97 (Cultivares), 9.609/98 (Software) e 9.610/98 (Direitos Autorais).” LIMA, João Ademar de Andrade Lima. Op. Cit. p. 48.

organização ou disposição de seu conteúdo, constituam uma criação intelectual.

§ 2º A proteção concedida no inciso XIII não abarca os dados ou materiais em si mesmos e se entende sem prejuízo de quaisquer direitos autorais que subsistam a respeito dos dados ou materiais contidos na obra.

.....

*Art. 87. O titular do direito patrimonial sobre uma **base de dados** terá o direito exclusivo, a respeito da forma da expressão da estrutura da referida base, de autorizar ou proibir:*

I - sua reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo;

II - sua tradução, adaptação, reordenação ou qualquer outra modificação;

III - a distribuição do original ou cópias da base de dados ou sua comunicação ao público;

IV - a reprodução, distribuição ou comunicação ao público dos resultados das operações mencionadas no inciso II desse artigo.

15. Sobre a proteção conferida pelo Direito Autoral às bases de dados, é essencial afirmar que:

A proteção autoral de uma obra possui como critério de exigibilidade a originalidade. Com relação à base de dados, ela agirá na estruturação empregada aos dados para os informatizar e ao arranjo efetuado de forma a criar um diferencial do ponto de vista documental. Em uma base de dados, como em uma compilação, é dada uma forma particular às informações, como um propósito funcional, visando permitir seu tratamento.

O critério de originalidade das bases de dados é particularmente difícil de resgatar sob o ponto de vista tradicional, em razão de que, tratando-se de matéria de propriedade intelectual, o critério de originalidade é apreciado sobre dois aspectos, ou seja, a forma de expressão e a composição da obra. (Zibetti, 2002, p50).

Uma base de dados é considerada uma obra original quando ela constitui uma criação intelectual própria do seu autor, quer seja pela seleção, quer pela disposição de seu conteúdo. Não se protege a informação em si, nem mesmo a forma como está expressa, mas a seleção dos dados.

Dados e base de dados não são a mesma coisa. O que diferencia efetivamente os primeiros da segunda é que esta última resulta de elementos de criação intelectual que dão aos primeiros uma forma organizada e distintiva; elementos esses entendidos como originalidade.

No reconhecimento da proteção autoral a uma base de dados, portanto, há que se verificar a simultaneidade de duas ocorrências: a) trata-se de uma obra completa, orgânica, e não de dados seqüencialmente apresentados aos usuários como mera informação; b) apresentar suficientes aspectos distintivos que possam dar-lhe identidade própria, destacando-a de seus pares. (Abrão, 2003, p.32).

16. Ainda sobre a proteção das bases de dados, pode-se afirmar que:⁵

As bases de dados, em síntese, são compilações de dados ou materiais de diversa natureza que podem compreender tanto informações não protegíveis por direito autoral como obras protegidas por este. Assimiladas às coleções ou compilações tradicionais, as bases de dados são protegidas pelo direito autoral sempre que tenham a necessária originalidade, fundamentada pela seleção ou disposição das matérias, segundo dispõe a Convenção de Berna, em seu art. 2º. Item 5.⁶

17. Conforme referido pela área requisitante, o Sistema AMA armazena uma base de dados de medições anemométricas e climatológicas de 600 (seiscentas) torres anemométricas, recebendo medições a cada 10 (dez) minutos, o que permite o entendimento sobre o comportamento dos recursos eólicos.

18. Em reunião prévia à consulta com a área requisitante, foi possível identificar, s.m.j., um esforço da EPE na estruturação da base de dados, razão pela qual entendemos ser possível atribuir à EPE a autoria e o regime de proteção previsto na Lei nº 9.610/1998.

19. Definida a titularidade da base de dados, cabe analisar a regra de publicidade aplicável por meio de uma análise jurídica das regras existentes, tendo em vista que, muito embora definida como uma base de dados *pública*, conforme art. 1º, inciso I, da Portaria

⁵ AFONSO, Otávio. Direito Autoral: conceitos essenciais. Barueri: Manole. 2009. p. 181.

⁶ A Convenção de Berna foi internalizada ao direito pátrio por meio do Decreto nº 75.699/1975. O item 5 de seu art. 2º dispõe acerca da proteção às compilações tradicionais, tais como enciclopédias e antologias, que, pela escolha ou disposição das matérias, constituem criações intelectuais.

MME n.º 29/2011, tal conceito não significa necessariamente que possa ser acessada irrestritamente.

20. A política de dados na Administração Pública Federal indica que os “dados produzidos ou acumulados pelo Poder Executivo federal” devem ter seu acesso franqueado aos cidadãos, desde que “não recaia vedação expressa de acesso” (art. 1º, inciso III, do Decreto n.º 8.777/2016). Dessa forma, incumbe abordar as exceções à abrangência da Lei n.º 12.527/2011.

21. O acesso à informação previsto na LAI não compreende as informações referentes a projetos de pesquisa e desenvolvimento científicos ou tecnológicos cujo sigilo seja imprescindível à segurança da sociedade e do Estado (art. 7º, § 1º da LAI).

22. Também não se sujeitam aos ditames da LAI as hipóteses de sigilo e de segredo de justiça nem as hipóteses de segredo industrial decorrentes da exploração direta de atividade econômica pelo Estado ou por pessoa física ou entidade privada que tenha qualquer vínculo com o poder público (art. 22 da LAI).

23. O art. 6º do Decreto n.º 7.724/2012 (decreto que regulamenta a LAI) acompanha tais disposições:

Art. 6º O acesso à informação disciplinado neste Decreto não se aplica:

I - às hipóteses de sigilo previstas na legislação, como fiscal, bancário, de operações e serviços no mercado de capitais, comercial, profissional, industrial e segredo de justiça; e

II - às informações referentes a projetos de pesquisa e desenvolvimento científicos ou tecnológicos cujo sigilo seja imprescindível à segurança da sociedade e do Estado, na forma do §1º do art. 7º da Lei n.º 12.527, de 2011.

24. Sobre esse aspecto, a CGU possui entendimento que tem o condão de esclarecer cada aspecto dos dispositivos acima, conforme elencado a seguir.⁷

25. Acerca do sigilo bancário, ele se refere “ao direito de manter sob restrição de acesso transações bancárias passivas e ativas, conforme estabelece a Lei Complementar n.º 105/2001 (art. 1º), além de operações de bancos de quaisquer espécies, inclusive do Banco Central (§ 1º ao art. 1º)”.

⁷ CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO. Aplicação da Lei de Acesso à Informação. 4ª ed. 2019
Disponível em: <aplicacao-da-lai-2019.pdf (www.gov.br)> Acesso em 19.Ago.2022. p. 34.

26. O sigilo fiscal, por sua vez, refere-se “a patrimônio, rendas, rendimentos, devidos, créditos, dívidas e movimentação financeira e patrimonial, as que revelem negócios, contratos, relacionamento fiscal, fornecedores, clientes e volumes ou valores e compra-e-venda, as relativas a projetos, processos industriais, fórmulas, composição e fatores de produção”.

27. O sigilo fiscal pode ser afastado na hipótese de requisição da autoridade judiciária no interesse da justiça e na hipótese de solicitação da autoridade administrativa no interesse da Administração Pública, desde que seja comprovada a instauração regular de processo administrativo, no órgão ou na entidade respectiva, com o objetivo de investigar o sujeito passivo a que se refere a informação, por prática de infração administrativa. (art. 198, § 1º, incisos I e II do Código Tributário Nacional).

28. Já o segredo de justiça (ou sigilo) pode ser decretado pela autoridade judiciária ou administrativa como exceção à regra da publicidade dos atos processuais, na forma do que prescreve o art. 189 do Código de Processo Civil.⁸

29. Na sequência, o segredo industrial diz respeito à proteção da exclusividade de que os autores de inventos industriais gozam para sua utilização, bem como fruição de suas criações protegidas (o que inclui marcas e nomes de empresas), conforme art. 5º, inciso XXIX, da Constituição da República:

Art. 5º (...)

XXIX - a lei assegurará aos autores de inventos industriais privilégio temporário para sua utilização, bem como proteção às criações industriais, à propriedade das marcas, aos nomes de empresas e a outros signos distintivos, tendo em vista o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País;

30. Por sua vez, o segredo decorrente de direitos autorais também tem como objetivo proteger a exclusividade do autor para a fruição dos direitos patrimoniais

⁸ **Código de Processo Civil: Art. 189.** Os atos processuais são públicos, todavia tramitam em segredo de justiça os processos: I - em que o exija o interesse público ou social; II - que versem sobre casamento, separação de corpos, divórcio, separação, união estável, filiação, alimentos e guarda de crianças e adolescentes; III - em que constem dados protegidos pelo direito constitucional à intimidade; IV - que versem sobre arbitragem, inclusive sobre cumprimento de carta arbitral, desde que a confidencialidade estipulada na arbitragem seja comprovada perante o juízo.

decorrentes de suas obras, o que inclui a proibição, por exemplo, de publicação e reprodução sem autorização do autor.

31. Dessa forma, entende-se que a exceção ao acesso à informação corporificada no art. 6º, inciso I, do Decreto nº 7.724/2012 (decreto que regulamenta a LAI) abarca as hipóteses de sigilo necessárias à proteção conferida aos direitos autorais. Nesse sentido, entende a Controladoria-Geral da União (CGU).⁹

32. Passando-se ao exame do sigilo comercial ou empresarial, ele diz respeito ao risco à competitividade ou à estratégia comercial de determinada empresa pública ou sociedade de economia mista, tendo-se em vista o disposto no art. 173, § 1º e inciso II da Constituição da República:

Art. 173. Ressalvados os casos previstos nesta Constituição, a exploração direta de atividade econômica pelo Estado só será permitida quando necessária aos imperativos da segurança nacional ou a relevante interesse coletivo, conforme definidos em lei.

§ 1º A lei estabelecerá o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias que explorem atividade econômica de produção ou comercialização de bens ou de prestação de serviços, dispondo sobre:

(...) II - a sujeição ao regime jurídico próprio das empresas privadas, inclusive quanto aos direitos e obrigações civis, comerciais, trabalhistas e tributários.

33. Nesse sentido, são protegidas as informações referentes à estratégia de competitividade das empresas estatais, em razão do regime jurídico híbrido a que estão submetidas, em que sofre incidência de regras de direito público, porém com deferência a regras de direito privado.

34. Avançando na análise das informações referentes às operações no mercado de capitais, essas podem sofrer restrição de acesso, conforme art. 155 da Lei nº 6.404/1976, que estabelece que o dever de sigilo como uma das obrigações do administrador:

Art. 155 (...)

⁹ CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO. Op. cit. p. 36.

§ 1º Cumpre, ademais, ao administrador de companhia aberta, guardar sigilo sobre qualquer informação que ainda não tenha sido divulgada para conhecimento do mercado, obtida em razão do cargo e capaz de influir de modo ponderável na cotação de valores mobiliários, sendo-lhe vedado valer-se da informação para obter, para si ou para outrem, vantagem mediante compra ou venda de valores mobiliários.

§ 2º O administrador deve zelar para que a violação do disposto no § 1º não possa ocorrer através de subordinados ou terceiros de sua confiança.

§ 3º A pessoa prejudicada em compra e venda de valores mobiliários, contratada com infração do disposto nos §§ 1º e 2º, tem direito de haver do infrator indenização por perdas e danos, a menos que ao contratar já conhecesse a informação.

§ 4º É vedada a utilização de informação relevante ainda não divulgada, por qualquer pessoa que a ela tenha tido acesso, com a finalidade de auferir vantagem, para si ou para outrem, no mercado de valores mobiliários.

35. Porém, é importante registrar que, em regra, as sociedades anônimas de capital aberto devem obedecer a requisitos de transparência, tais como os dispostos na Resolução CVM nº 480/2009.

36. Outrossim, o art. 5º, § 2º do Decreto nº 7.724/2012, traz disposição específica no que tange à necessidade restrição obrigatória de acesso para determinados dados e informações.

Art. 5º (...)

§ 2º Não se sujeitam ao disposto neste Decreto as informações relativas à atividade empresarial de pessoas físicas ou jurídicas de direito privado obtidas pelo Banco Central do Brasil, pelas agências reguladoras ou por outros órgãos ou entidades no exercício de atividade de controle, regulação e supervisão da atividade econômica cuja divulgação possa representar vantagem competitiva a outros agentes econômicos. (Grifamos).

37. De acordo posicionamento da CGU¹⁰, o objetivo da norma acima foi proteger informações de empresas privadas (ou mesmo indivíduos empresários) que depositam, em entidades públicas, informações acerca de suas atividades econômicas. E prossegue a publicação trazendo o seguinte exemplo:

A Superintendência da Zona Franca de Manaus, por exemplo, como entidade responsável por criar um modelo de desenvolvimento comercial, industrial e agropecuário da região, coleta e armazena informações importantes acerca das mais diversas atividades econômicas locais. Ainda que sejam de informações importantes para que o governo planeje, monitore e avalie as suas políticas nessa área, não se pode considerá-las públicas, pois isso acarretaria prejuízos para a competitividade dessas empresas. A divulgação de informações sensíveis de certas empresas poderia fazer com que outras se apropriassem da sua inteligência industrial, causando prejuízos à livre iniciativa e à ordem econômica.

Na análise da aplicabilidade do art. 5º do Decreto nº 7.724/2012, portanto, a CGU tem decidido que deve haver uma análise do caso concreto para decidir se há restrição à regra da publicidade. Deve-se analisar concretamente se a disponibilização das informações solicitadas acarretará prejuízo à atividade econômica da empresa. Dessa forma, a mera menção ao art. 5º, §1º, do Decreto nº 7.724/12 não constitui fundamentação suficiente para restringir a publicidade.

38. Nesse sentido, cumpre avaliar se a eventual disponibilidade pública e irrestrita dos dados em questão recairá em alguma das hipóteses acima citadas.

II.d – Aplicação da regra ao caso

39. A Portaria MME 29/2011, em seu art. 1º, inciso I prevê que os registros das medições anemométricas deverão ser transmitidos à Empresa de Pesquisa Energética - EPE, de acordo com a relação de grandezas e protocolo de transmissão de dados a ser definido, que integrarão a **base pública referencial** para os estudos de geração eólica.

40. A publicação de dados e informações pela EPE tem como um de seus principais objetivos aperfeiçoar a formulação e o monitoramento de políticas públicas. Ademais, conforme relatado na correspondência interna da área requisitante. O que se pretende com a divulgação dos dados em questão é a redução da escassez de assimetria de

¹⁰ CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO. Op. cit. pp. 39 e 40.

informações e o bom funcionamento do mercado de energia, sendo certo que tal se consolida como um dos objetivos estratégicos (PF02) da EPE.

41. À luz de todos os aspectos elencados, cumpre perquirir no caso concreto se a publicização dos dados em questão em formato bruto recairá em alguma das hipóteses acima citadas.

42. Como acima informado, entendemos ser possível atribuir à EPE a titularidade da base de dados do Sistema AMA por empregar sobre os dados brutos encaminhados pelos agentes algum esforço que permite conferir à base de dados uma distinção sobre os próprios dados brutos. Neste sentido, como titular da base de dados em questão, compete à EPE autorizar o seu compartilhamento, conforme art. 87 da Lei nº 9.610/1998.

43. Contudo, devemos ressaltar que a titularidade da base de dados do Sistema AMA não confere à EPE a propriedade sobre os dados brutos, ainda que estes expressem a medição de recursos naturais, como o vento (art. 7º, § 2º, da Lei nº 9.610/1998).

44. Conforme informação prestada pela área requisitante em reunião prévia, revelar os dados brutos das medições anemométricas tornaria possível individualizar a geração dos empreendedores em granularidade superior àquela já ostensivamente divulgada pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

45. De fato, em consulta ao site da CCEE,¹¹ bem como do ONS,¹² foi possível identificar que os dados de geração das usinas do Sistema Interligado Nacional são divulgados abertamente em bases horárias.

46. Neste ponto, cumpre registrar que esta Consultoria Jurídica não possui o conhecimento técnico necessário para avaliar se a divulgação dos dados integrantes da base de dados do AMA em nível de granularidade superior ao horário poderia representar ou não violação ao sigilo fiscal ou vantagem competitiva a outros agentes econômicos. Em nossa pesquisa, como acima mencionado, foi possível apenas constatar que a geração individualizada das usinas em base horária já é uma informação amplamente divulgada.

47. Nesse sentido, entendemos que, na hipótese de a área requisitante não identificar riscos de outra natureza, entendemos que a EPE poderia disponibilizar a base de dados do AMA, sendo recomendável, por prudência, que os dados sejam disponibilizados em formato agregado, diante da incerteza sobre eventual violação de sigilo.

¹¹ Disponível em: <https://www.ccee.org.br/web/guest/dados-e-analises/dados-geracao>. Acesso em 05/09/2022.

¹² Disponível em: <https://dados.ons.org.br/dataset/geracao-usina>. Acesso em 09/09/2022.

48. Quanto ao nível de agregação para os dados em tela, a correspondência interna da área requisitante indica a seguinte alternativa à impossibilidade da disponibilização dos dados brutos: “velocidades médias e direções dos ventos a cada hora, representativos de torres de cada região, de forma a manter a sigilosidade dos dados brutos, mas com a disponibilização de informações sobre o comportamento dos recursos eólicos”.

49. Neste ponto, cabe ratificar que a Consultoria Jurídica não detém o conhecimento técnico suficiente para avaliar o nível de agregação informado, razão pela qual recomenda-se uma avaliação dos riscos técnicos envolvidos.

III - CONCLUSÃO

50. Por tudo o que foi acima exposto, esta Consultoria Jurídica opina pela possibilidade de abertura da base de dados que compõe o Sistema AMA, recomendando, todavia, sua disponibilização tão somente em formato agregado.

51. Ressaltamos que este parecer jurídico tem caráter meramente opinativo, ou seja, suas conclusões não vinculam o consulente ou mesmo a autoridade responsável, cabendo a esta decidir, em última instância, sobre conveniência e oportunidade de efetivar o procedimento administrativo,¹³ podendo, inclusive, justificadamente, adotar entendimento diverso daquele manifestado por esta Consultoria Jurídica.¹⁴

52. Restituímos a questão à DEE/SGE para prosseguimento e adoção das providências que julgar necessárias.

¹³ A ação respaldada em parecer jurídico não exime o gestor de responsabilização pela prática de ato irregular, uma vez que cabe a ele, em última instância, decidir sobre conveniência e oportunidade de efetivar o procedimento administrativo. TCU. Acórdão nº 2.904/2014 - Plenário. Relator: Marcos Bemquerer Costa. Data do Julgamento: 29/10/2014. A existência de parecer de consultoria ou procuradoria jurídica somente afasta a responsabilidade do gestor quando a matéria for extremamente técnica e de difícil detecção pelo responsável. TCU. Acórdão nº 2.011/2016 – Plenário. Relator: Marcos Bemquerer Costa. Data do Julgamento: 03/08/2016.

¹⁴ Responsabilidade. Culpa. Erro grosseiro. Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro. Parecer jurídico. Desconsideração. Princípio da motivação. Para fins de responsabilização perante o TCU, pode ser tipificada como erro grosseiro (art. 28 do Decreto-lei 4.657/1942 – Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro) a decisão do gestor que desconsidera, sem a devida motivação, parecer da consultoria jurídica do órgão ou da entidade que dirige. Tal conduta revela desempenho aquém do esperado do administrador médio, o que configura culpa grave, passível de multa. TCU. Boletim de Jurisprudência nº 268. Acórdão 1264/2019 – Plenário. Relator: Augusto Nardes. Data do julgamento: 05/06/2019.

Rio de Janeiro, 12 de setembro de 2022.

Fernanda Corrêa Ferreira

Advogada

OAB/RJ n.º 138.331

De acordo.

Bruno Abreu Bastos

Consultor Jurídico

OAB/RJ 138.772.

Ofício nº 386/2018-DIR/ANEEL

Brasília, 25 de Outubro de 2018.

Ao Senhor
REIVE BARROS DOS SANTOS
Presidente
Empresa de Pesquisa Energética – EPE
CEP 20090-003 Rio de Janeiro - RJ

Assunto: Informar sobre base de dados de medições anemométricas e climatológicas

Senhor Presidente,

1. Acerca do Processo Nº 48500.001759/2013-28, informamos que o sistema de Acompanhamento de Medições Anemométricas (AMA), desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), está consolidado, dispondo de dados coletados nos estados do território nacional, abrangendo todos parques eólicos em operação comercial cuja energia tenha sido contratada no Ambiente de Contratação Regulado.
2. Verificamos, no entanto, que tais dados estão disponíveis apenas ao ONS e à EPE. É dada publicidade apenas a dados médios anuais de velocidade, permanência e direção de vento relativos aos estados onde há usinas de geração eólica.
3. Assim, solicitamos de V.Sa. avaliar a possibilidade de o sistema Acompanhamento de Medições Anemométricas passar a disponibilizar todas as informações necessárias aos estudos elétricos e energéticos e receber dados anemométricos de agentes geradores cuja energia é destinada ao Ambiente de Contratação Livre.
4. A respeito do tema, esclarecemos que a ANEEL instaurou em 2013 a Audiência Pública nº 112/2013, a qual tratou do estabelecimento de condições e procedimentos para instalação, operação e manutenção de estações anemométricas pelas empresas detentoras de outorga de geração de energia a partir da fonte eólica.
5. Essa Empresa apresentou, à época, manifestação sobre o tema, por meio do Ofício nº 0543/EPE/2013, de 18 de julho de 2013, no qual foi proposta cooperação técnica entre ANEEL e EPE, a fim de

\\SCG\Oficio\XX\CCCCC

SGAN - Quadra 603 / Módulo "I" e "J"
CEP: 70830-110 - Brasília - DF - Brasil
Tel. 55 (61) 2192-8600
www.aneel.gov.br



Fl. 2 do Ofício nº 386/2018-DIR/ANEEL, de 25/10/2018.

evitar duplicação de esforços, tendo em vista que a EPE dispõe de banco de dados de medições anemométricas, usado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

6. Posteriormente, em 12 de junho de 2014, foi realizada reunião entre ANEEL e EPE, por teleconferência, em que se iniciaram as tratativas a respeito dessa cooperação técnica. Entretanto, os trabalhos referentes à criação dessa base de dados pela ANEEL foram suspensos, tendo em vista que os esforços haviam sido concentrados na conclusão de normas relacionadas à outorga de empreendimentos fotovoltaicos.

7. Até esta data, inexistem informações públicas sobre os regimes de vento do país que sejam adequadas aos estudos elétricos e energéticos. O intuito da ANEEL, desde a abertura da Audiência Pública nº 112/2013, tem sido disponibilizar tais dados à livre consulta pública, de forma transparente e não onerosa, da mesma forma como é feito na fonte hídrica. Nesse caso, os dados de vazão hídrica de 4.543 estações de monitoramento são oferecidos por meio de banco de dados denominado de Sistema de Informações Hidrológicas - HidroWeb, desenvolvido pela Agência Nacional das Águas (ANA).

8. As obrigações para encaminhamento dessas informações anemométricas à EPE estão dispostas na Portaria nº 29, de 28 de janeiro de 2011:

Art. 1º Os empreendedores que negociarem energia elétrica proveniente de fonte eólica nos Leilões de que tratam o Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004, e o Decreto nº 6.353, de 16 de janeiro de 2008, deverão iniciar as medições anemométricas e climatológicas permanentes dos ventos no local do parque de geração, na altura do eixo dos aerogeradores, em até cento e oitenta dias após a assinatura do Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado - CCEAR ou do Contrato de Energia de Reserva - CER, observando que:

[...]

II - os registros das medições anemométricas deverão ser transmitidos à Empresa de Pesquisa Energética - EPE, de acordo com relação de grandezas e protocolo de transmissão de dados a ser definido, que **integrarão a base pública referencial** para os estudos de geração eólica. (grifos nossos)

9. Conforme observamos no regramento, não há que se falar em dados sensíveis ou sigilosos, haja vista que o intuito do fornecimento dessas informações é a construção de **base de dados pública**. Não visualizamos, portanto, óbices jurídicos à publicação dessas à sociedade.

10. Uma vez que a ANEEL entende que **os dados devem ser publicados**, não é razoável exigir que o mesmo dado seja encaminhado a duas instituições públicas distintas. Isso objetiva evitar eventuais conflitos de informações que poderiam gerar incertezas e desconfortos ao mercado, além de assegurar a economicidade processual e de recursos tanto para a Administração Pública quanto para os agentes.





Fl. 3 do Ofício nº 386/2018-DIR/ANEEL, de 25/10/2018.

6. Certo em contar com o elevado espírito público de Vossa Excelência, aproveito o ensejo para manifestar votos de elevada estima e distinto apreço.

Atenciosamente,

ANDRÉ PEPITONE DA NÓBREGA
Diretor-Geral