

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
CENTRO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIAS E SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

Amanda Zilli da Silva

***Constrained-off* de Usinas Eólicas: análise preliminar da Consulta Pública
022/2022 da ANEEL**

Araranguá

2023

Amanda Zilli da Silva

***Constrained-off* de Usinas Eólicas: análise preliminar da Consulta Pública
022/2022 da ANEEL**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Energia do Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Engenheira de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Elizeire
Bremermann

Araranguá

2023

Amanda Zilli da Silva

***Constrained-off* de Usinas Eólicas: análise preliminar da Consulta Pública
022/2022 da ANEEL**

O presente Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia de Energia, foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Leonardo Elizeire Bremermann
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Carla De Abreu D'Aquino
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Giuliano Arns Rampinelli
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que essa é a versão original e final do trabalho que foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheira de Energia.

Profa. Dra. Carla De Abreu D'Aquino
Coordenadora do Curso

Prof. Dr. Leonardo Elizeire Bremermann
Orientador

Amanda Zilli da Silva

Autora

Araranguá, 10 de julho de 2023.

Zilli da Silva, Amanda

Constrained-off de Usinas Eólicas: análise preliminar da Consulta Pública 022/2022 da ANEEL / Amanda Zilli da Silva ; orientador, Leonardo Elizeire Bremermann, 2023.

71 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Graduação em Engenharia de Energia, Araranguá, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Energia. 2. Constrained-off de usinas eólicas. I. Elizeire Bremermann, Leonardo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Energia. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Mônica e Valdemar e ao meu irmão Rodrigo, por todo apoio ao longo da minha jornada na graduação, por sempre me incentivarem a seguir em frente e nunca desistir, por me entenderem nos momentos em que precisei abdicar de momentos junto a eles para poder me dedicar aos estudos.

Ao meu namorado Maycon por toda a parceria, amor e apoio ao longo da jornada, por sempre me mostrar que sou capaz de realizar meus sonhos.

Aos amigos que fiz ao longo da graduação, que sempre estenderam a mão para me ajudar nos momentos de dificuldade, não poderia deixar de agradecer a turma 17.1 por toda a parceria e apoio ao longo de tantos anos. Deixo um agradecimento especial também as minhas amigas Ana Cláudia, Cibeli, Diana e Larisse, gostaria de dizer que nosso grupinho se tornou fundamental na reta final da minha graduação.

A todos os meus colegas de trabalho, que me acalmaram na reta final do TCC e que também me auxiliaram com questões técnicas para elaboração do mesmo.

Ao professor e orientador Dr. Leonardo Elizeire, por todo apoio e compreensão ao longo da elaboração deste trabalho.

Aos professores que foram peças fundamentais para minha formação e aos servidores e técnicos da Universidade Federal de Santa Catarina que garantem seu bom funcionamento e alto nível de qualidade.

A todos, o meu muito obrigada.

RESUMO

A energia eólica já está presente há muito tempo no Brasil e no mundo e vem crescendo cada vez mais, naturalmente, as Regulamentações antigas são atualizadas com o passar dos anos e novas vão surgindo, para sustentar tal crescimento. As usinas eólicas, assim como outras fontes de geração de energia, são impactadas com restrições de operação pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Quando as mesmas são externas às usinas, são conhecidas pelo termo em inglês “*Constrained-off*”, mas apenas as restrições ocasionadas por razão de indisponibilidade das instalações externas às usinas é que são passíveis de ressarcimento. Apesar de ser algo que acontece com todas as fontes de geração, o foco do trabalho será nas usinas eólicas, devido à recente publicação da Resolução Normativa 1030/2022 e crescente discussão a respeito do tema. Inicialmente é apresentado a evolução da energia eólica no Brasil e no mundo, em seguida são trazidas a Resolução Normativa 1030/2022, que diz respeito à regulamentação do *Constrained-off* e às Notas Técnicas 0097/2021 e 0023/2022 que são um complemento à Resolução, tais documentos possuem a função de evidenciar como é regulamentado o *Constrained-off* atualmente, para que se possa ter um melhor entendimento a respeito do assunto. A metodologia utilizada foi a análise qualitativa dos dados, onde foram realizadas pesquisas, entrevistas e estudo da Consulta Pública 022/2022. A Consulta trata da coleta de subsídios para aprimoramento das Regras de Comercialização que circundam o *Constrained-off*, onde qualquer empresa pertencente ao setor poderia realizar a análise e sugestão a respeito das Regras de Comercialização destacadas na Consulta. Ao longo do estudo foram realizadas análises dos documentos fornecidos pelas empresas do setor de energia eólica, onde as mesmas sinalizam os pontos positivos e negativos das Regras de Comercialização, além de realizarem sugestões de melhorias. Por fim, o trabalho demonstra que existem muitas dúvidas e questionamentos por parte das empresas, com relação, por exemplo, aos tipos de contratos das usinas, utilização ou não da Garantia Física na determinação da energia contratada, além de entendimentos controversos a respeito de alguns assuntos, o que pode ser explicado pela recente discussão do tema e a quantidade imensa de documentos adjacentes à Resolução.

Palavras-chave: *Constrained-off*; Resolução Normativa; Notas Técnicas; Consulta Pública; eólica; usinas; ONS; ANEEL; CCEE.

ABSTRACT

Wind energy has been prevalent in Brazil and worldwide for an extensive period, experiencing a steady and continuous growth over time, naturally, the old Regulations are updated over the years and new ones are emerging, to sustain such growth. Wind power plants, as well as other sources of energy generation, are affected through operational constraints imposed by Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). When they are external to the power plant, known by the English term “*Constrained-off*”, but only the restrictions caused by the unavailability of facilities external to the power plants are eligible for refund. Despite being something that happens with all power generation sources, the focus of the work will be on wind power plants due to the recent publication of Normative Resolution 1030/2022 and growing discussion about the topic. Initially, the evolution of wind energy is presented in Brazil and around the world, and then the normative resolution 1030/2022 is brought, which concerns the regulation of *Constrained-off*, and technical notes 0097/2021 and 0023/2022 that are a complement to the resolution. Such documents have the function of evidencing how *Constrained-off* is currently regulated in order to have a better understanding of the subject. The methodology used was qualitative analysis of the data, where research, interviews, and a study of Public Consultation 022/2022 were carried out. The Consultation deals with the collection of subsidies to improve the Marketing Rules that surround the *Constrained-off*, and any company belonging to the sector could carry out the analysis and make suggestions regarding the marketing rules highlighted in the consultation. Throughout the study, analyses are carried out on documents provided by companies in the wind energy sector, where they indicate the positive and negative points of the Commercialization Rules, in addition to making suggestions for improvements. Finally, the study shows that there are many doubts and questions on the part of companies, regarding, for example, the types of contracts for power plants and the utilization or non-utilization of Physical Guarantee in determining contracted energy, in addition to controversial understandings regarding some subjects, which can be explained by the recent discussion of the subject and the immense amount of documents adjacent to the Resolution.

Keywords: Constrained-off; Normative Resolution; Technical Notes; Public Consultation; wind; power plants; ONS; ANEEL; CCEE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva de Vento x Potência	21
Figura 2 - Curva genérica para criação de limites	22
Figura 3 - Dispersão VxP para um parque com saturação na geração	23
Figura 4 - Dispersão VxP de um parque eólico	24
Figura 5 - Dispersão VxP de um parque eólico	24
Figura 6 – Dispersão VxP - curvas limites e aplicação.....	25
Figura 7 – Dispersão VxP - resultado da aplicação.....	25
Figura 8 - Curva VxP estimada sem inclusão de pontos fictícios	27
Figura 9 - Curva VxP com inclusão de pontos fictícios	27
Figura 10 - Geração utilizada para pagamento da parcela variável	36
Figura 11 - Possibilidades de sazonalização e modulação da energia contratada. ..	45
Figura 12 - Combinações entre Sazonalização e Modulação	46
Figura 13 - Exemplo de sazonalização de Garantia Física	47
Figura 14 - Exemplo de modulação da Garantia Física	47
Figura 15 - Exemplo de sazonalização conforme Disponibilidade Mensal	48
Figura 16 - Modulação conforme histórico de geração	48
Figura 17 - Comparação entre a geração frustrada e a energia contratada.....	49
Figura 18 - Exemplo 1 de sazonalização conforme geração ex-post	50
Figura 19 – Exemplo 1 de modulação conforme geração considerando a geração frustrada	51
Figura 20 - Exemplo 2 de sazonalização conforme geração ex-post	51
Figura 21 - Exemplo 1 de modulação conforme geração considerando a geração frustrada	52
Figura 22 - Modulação conforme geração considerando a geração frustrada	53
Figura 23 - Tabela realizada pela CCEE para comparação das propostas apresentadas pela mesma	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEOLICA	Associação Brasileira de Energia Eólica
ABIAPE	Associação Brasileira de Investidores em Autoprodução de Energia
ACL	Ambiente de contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BWG	BW Guirapá
CCEAR	Contrato de Compra de Energia no Ambiente Regulado
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CER	Contrato de Energia de Reserva
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CP	Consulta Pública
CPFL	Grupo CPFL Energia
CVU	Custo Variável Unitário
DIT	Demais Instalações de Transmissão
EDFR	EDF Renewables
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESS	Encargos de Serviço do Sistema
GALP	Galp Energia Brasil S.A.
IEP	Instituto de Engenharia do Paraná
LER	Leilão de Energia de Reserva
MS2	Eólica Mangue Seco 2
NT	Nota Técnica
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
PROEÓLICA	Programa Emergencial de Energia Eólica
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
REN	Resolução Normativa
SRG	Superintendência de Regulação da Geração

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivo específico	15
1.2	SÍNTESE DO CAPITULO 1	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	UM ESTUDO DA RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 1.030, DE 26 DE JULHO DE 2022 ¹⁶	
2.2	NT 0097/2021 – MODELO DE ESTIMAÇÃO DAS CURVAS VENTO X POTÊNCIA PARA ESTIMAÇÃO DE ENERGIA FRUSTRADA.	20
2.3	NT 0023/2022 – DADOS UTILIZADOS PARA ELABORAÇÃO DAS CURVAS VENTO X POTÊNCIA PARA A ESTIMAÇÃO DE ENERGIA FRUSTRADA	27
2.3.1	Descrição dos dados	28
2.3.1.1	<i>Geração</i>	28
2.3.1.2	<i>Velocidade do vento</i>	28
2.3.1.3	<i>Potência disponível</i>	29
2.3.1.4	<i>Limitação de geração</i>	29
2.3.2	Formato e envio dos arquivos ao ONS	30
2.3.3	Avaliação da qualidade dos dados	30
2.4.	SÍNTESE DO CAPÍTULO 2.....	31
3	METODOLOGIA	32
3.1	TIPO DE ESTUDO.....	32
3.2	COLETA DE DADOS	32
3.3	TRATAMENTO DE DADOS.....	33
3.4	ANÁLISE DOS DADOS	34
4	ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1	RECEITA DE VENDA DE CCEAR.....	35
4.2	CONTRATAÇÃO DE ENERGIA DE RESERVA.....	38
4.3	ENCARGOS.....	40
4.3.1	Tópico 3.2.1 x GALP	40
4.3.2	Tópico 3.2.3 x GALP e CCEE	42
4.4	DESCRITIVO DAS ALTERAÇÕES.....	43

4.4.1	Determinação da energia contratada	44
4.4.1.1	<i>Opção 1: Sazonalização da Garantia Física + Modulação da Garantia Física (conforme geração).....</i>	<i>46</i>
4.4.1.2	<i>Opção 2: Disponibilidade mensal (cálculo da Garantia Física) + Modulação conforme histórico daquela hora</i>	<i>48</i>
4.4.1.3	<i>Opção 3: Sazonalização conforme geração ex-post (anual) + Modulação conforme geração considerando geração frustrada</i>	<i>49</i>
4.4.1.4	<i>Opção 4: Sazonalização conforme geração ex-post (mensal) + Modulação conforme geração considerando a geração frustrada.....</i>	<i>52</i>
4.4.1.5	<i>Comparativo entre as propostas</i>	<i>53</i>
4.4.2	Sugestão dos agentes com relação à energia contratada	54
4.4.3	Limite de indisponibilidade de transmissão sem direito ao <i>Constrained-off</i>	58
4.4.4	Sugestão dos agentes com relação ao limite de indisponibilidade de transmissão sem direito ao <i>Constrained-off</i>	58
4.5	DISCUSSÕES.....	59
4.5.1	Do Caderno de Receita de Venda de CCEAR	59
4.5.2	Do Caderno de Contratação de Energia de Reserva	60
4.5.3	Do Caderno de Encargos	60
4.5.4	Do Descritivo de Alterações da CCEE	61
4.5.4.1	<i>Determinação da energia contratada</i>	<i>61</i>
4.5.4.2	<i>Limite de indisponibilidade de transmissão sem direito ao <i>Constrained-off</i></i>	<i>64</i>
5	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade está presente na história da humanidade há muitos séculos, desde os primeiros estudos sobre prótons e elétrons, mas sabemos que apenas “recentemente” passamos a ter em nosso dia-a-dia equipamentos que utilizassem energia elétrica. No Brasil, por exemplo, a energia elétrica chegou em 1879 (ano em que a lâmpada foi inventada), quando D. Pedro II permitiu que Thomas Edison implementasse seus equipamentos para a iluminação pública (ESFERA, 2021). A cada ano foi surgindo cada vez mais equipamentos elétricos que hoje se tornaram itens essenciais e conseqüentemente a eletricidade se tornou um item indispensável para a manutenção da qualidade de vida da população mundial.

Com o crescimento da demanda, foi necessário procurar caminhos sustentáveis no sentido ambiental e econômico para a geração de energia, e o país que melhor se destacasse nesses dois sentidos, ganharia vantagens perante os demais. O Brasil entra nessa discussão com uma grande vantagem, que é a de ser um país com abundância de recursos energéticos renováveis e ter capacidade tecnológica para transformar esses recursos em energia. Mas dentro dessa discussão entra um grande desafio econômico, o de garantir a segurança energética desde os grandes geradores até os pequenos consumidores.

Para resolver esse desafio, é preciso um grande esforço das organizações responsáveis pelo planejamento energético nacional, estudando as situações, buscando alternativas e criando normas, afim de garantir essa segurança.

O presente trabalho tem como intuito estudar essa segurança perante a energia eólicoelétrica, uma fonte que vem crescendo no Brasil nos últimos anos, em 2021 totalizou 11,4% da capacidade instalada (EPE, 2022) e em 2022 cresceu para 12,6% (EPE, 2023), junto com esse crescimento, vem a necessidade de estudos e conseqüente criação de Normas para melhorar a regulamentação desse setor e assim incentivar cada vez mais o seu desenvolvimento.

Evolução da energia eólica no mundo

É fato que a Revolução Industrial, que ocorreu no final do século XIX, trouxe diversos avanços para a humanidade, mas quando se olha para a energia eólica, até então caracterizada pelo uso de moinhos, é possível dizer que houve um declínio, pois com a alta demanda de produção da época, introduziu-se o uso cada vez maior de

combustíveis fósseis, por serem de alta densidade energética, facilidade de utilização e de transporte. Mas essa dificuldade motivou pesquisadores a procurar caminhos para adaptar os moinhos para que gerassem eletricidade, assim, em 1888 o americano Charles Brush desenvolveu o primeiro aerogerador (CUNHA, 2017).

Mas apenas no próximo século que iniciou a produção de aerogeradores em escala comercial, com a crise do petróleo, a partir dos anos 70, foi aumentando o interesse por energias que não dependessem de combustíveis fósseis, nesse cenário a energia eólica entra com grande destaque. Em países desenvolvidos a criação de leis que viabilizassem a energia eólica se deram de maneira rápida, diferente dos subdesenvolvidos que não tinham condições financeiras para investir em uma tecnologia tão nova (MAGALHÃES, 2009).

Um marco mundial que deu início a essa discussão de necessidade da substituição de energias fósseis por energias renováveis, foi o Protocolo de Kyoto, que vigora desde 2005, com ele iniciou-se grandes discussões para estabelecer metas de redução da emissão de gases poluentes com a finalidade de reduzir o efeito estufa que afetam significativamente o clima na terra (MAGALHÃES, 2009).

Evolução da energia eólica no Brasil

A energia eólica surgiu recentemente no Brasil, se comparada com outros países, mas isso se deve ao fato de ser uma tecnologia que iniciou tendo um alto custo de implementação, e o Brasil não via necessidade de investir nessa fonte, pois possuía hidrelétricas que, até então, se mostravam ser suficientes, além de serem muito mais baratas que as eólicas.

Esse cenário mudou após 2001, quando ocorreu a crise energética, nesse ano o Brasil sofreu com a escassez de água, o que afetou de maneira significativa a geração de energia através da mesma, foi então que o setor elétrico sentiu a necessidade de investir em outras fontes sustentáveis, como a eólica, sendo assim, foi criado o PROEÓLICA (Programa Emergencial de Energia Eólica), que tinha como objetivo contratar 1050 MW em projetos de energia eólica até final de 2003. Mas esse programa não obteve sucesso e foi substituído pelo PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica), onde o seu principal diferencial com relação ao PROEÓLICA era que além de incentivar o desenvolvimento de fontes renováveis, o PROINFA incentivou também a fixação de indústrias de componentes e

turbinas eólicas no Brasil, exigindo que o aerogeradores, frutos do programa, fossem construídos com materiais nacionais (ABEEÓLICA, 2022).

O PROINFA demorou a obter sucesso, pois quando criado, a energia eólica ainda era muito cara, apenas em 2009 que houve um crescimento considerável, com a realização do primeiro leilão exclusivo para energia eólica, onde ocorreu a contratação de 1,8 GW, assim abrindo portas para novos leilões de sucesso (ABEEÓLICA, 2022).

Olhando para o presente, a energia eólica está consolidada como a segunda maior fonte da matriz elétrica brasileira, e isso se deve à redução do preço de sua tecnologia e também das pesquisas realizadas ao longo dos anos, onde mostra que o Brasil possui os melhores ventos do mundo, ou seja, possui ventos estáveis, com a intensidade correta, sem variações bruscas de direção e velocidade. Essa característica de bons ventos proporciona que o Brasil tenha praticamente o dobro do fator de capacidade médio mundial (ABEEÓLICA, 2022).

Nos últimos anos vem sendo discutido o *Constrained-off* em usinas eólicas, que é a restrição de operação solicitada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) devido a questões externas à usina.

No dia 11 de Maio de 2022 a Agencia Nacional de Energia Elétrica – ANEEL – lançou a Consulta Pública número 022/2022 que possuía o objetivo de “Obter subsídios para o aprimoramento das Regras de Comercialização em atendimento à Resolução Normativa 927/2021, que estabeleceu procedimentos e critérios para apuração e pagamento de restrição de operação por *Constrained-off* de Usinas Eolioelétricas.” (ANEEL, 2022b). A consulta pública proporcionou que as geradoras de energia eólica expusessem suas opiniões e sugestões de melhorias com relação às Regras de Comercialização que circundam a Resolução Normativa 927/2021, tais opiniões/sugestões foram analisadas no presente trabalho, afim de verificar e estudar qualitativamente como está sendo discutido o tema no mercado de energia.

Visto o crescimento do setor e a recente publicação da Resolução e da Consulta Pública citadas acima, que mudará o cenário brasileiro da energia eolioelétrica, decidiu-se desenvolver o presente trabalho.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho, tem por objetivo analisar a Consulta Pública 022/2022 que visa colher subsídios para aprimoramento das Regras de Comercialização que sustentam a Resolução Normativa 1030/2022.

1.1.2 Objetivo específico

- Coletar dados sobre as Normas Técnicas, Despachos, Procedimentos de Rede e Regras de Comercialização, para definir as características da regulação que impactam no *Constrained-off* das usinas eólicas;
- Caracterizar, as necessidades apresentadas pelos agentes e associações de geração eólica acerca dos impactos que a Consulta Pública 022/2022 poderá ter na operação dessas usinas;

1.2 SÍNTESE DO CAPÍTULO 1

No presente capítulo, foi abordada a evolução da energia eólica ao longo dos anos, tanto no âmbito mundial, quanto no nacional, destacando que tal evolução aconteceu principalmente por motivos financeiros. Sendo assim, é aparente que a energia eólica só seguirá evoluindo enquanto a mesma tiver vantagens financeiras para os geradores e os consumidores, e para isso, são necessárias Normas Regulamentadoras que garantem tal segurança, principalmente quando se refere as Normas que circundam o pagamento de encargos devido ao *Constrained-off*, pois tal pagamento serve como incentivo à tal fonte.

No próximo capítulo será abordado a Norma Regulamentadora do *Constrained-off*, assim como as principais Notas Técnicas em que ela se baseia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 UM ESTUDO DA RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 1.030, DE 26 DE JULHO DE 2022

A REN nº 1.030/2022 é a Resolução que consolida diversos atos regulatórios referentes ao setor elétrico brasileiro, dentre eles se encontra o Título II (Das restrições de operação por *constrained-off*), que é a versão atualizada da então revogada Resolução Normativa nº 927/2021. Importante deixar claro que não houve diferenças significativas entre as resoluções, a REN 1030/2022 traz as mesmas informações que a REN 927/2021. A partir de agora será realizado um estudo da resolução.

Para iniciar vale ressaltar o que a Resolução considera como sendo *Constrained-off*:

“Art. 13. Para efeitos deste Título, eventos de restrição de operação por Constrained-off são definidos como a redução da produção de energia por usinas eólioelétricas despachadas centralizadamente ou usinas/conjuntos de usinas eólioelétricas considerados na programação, decorrente de comando do ONS, que tenham sido originados externamente às instalações das respectivas usinas.” (ANEEL, 2022a, p.6).

A resolução define como instalações externas às usinas, as instalações de transmissão classificadas como Rede Básica e Demais Instalações de Transmissão – DITs, não é considerado como instalação externa as instalações de uso exclusivo ou compartilhado dos geradores, independente se está sob sua gestão ou de terceiros (ANEEL, 2022a).

Segundo o artigo 14 da Resolução, os eventos de restrição de operação por *Constrained-off* de usinas ou conjunto de usinas eólioelétricas devem ser classificados pela ONS da seguinte maneira:

“I - Razão de indisponibilidade externa: motivados por indisponibilidades em instalações externas às respectivas usinas ou conjuntos de usinas conforme definições do art. 13.

II - Razão de atendimento a requisitos de confiabilidade elétrica: motivados por razões de confiabilidade elétrica dos equipamentos pertencentes a instalações externas às respectivas usinas ou conjuntos de usinas conforme definições do art. 13 e que não tenham origem em indisponibilidades dos respectivos equipamentos.

III - Razão energética: motivados pela impossibilidade de alocação de geração de energia na carga.” (ANEEL, 2022a, p.7).

Segundo o art. 15 da resolução, o ONS deve utilizar a curva de produtividade da usina eólicoelétrica, que relaciona a velocidade do vento com a potência de saída da usina, para calcular a geração de referência decorrente do evento de restrição de operação por *Constrained-off* das usinas ou conjunto de usinas eólicoelétricas, classificado como razão de indisponibilidade externa, segundo inciso I do art. 14 (ANEEL, 2022a).

A curva de produtividade deve ser elaborada pelo ONS utilizando os critérios técnicos contidos no Procedimentos de Rede, para isso, é utilizado dados medidos de geração e velocidade do vento pelo período de um ano, e é necessário revisá-la anualmente. Mas nos casos de usinas que entraram em operação a menos de um ano, ou seja, não possuem dados de um ano completo, a curva de produtividade poderá ser construída a cada mês, até completar um ano (ANEEL, 2022a).

Enquanto o agente tiver concessão vigente, o mesmo deve disponibilizar ao ONS os dados de medição anemométrica e de disponibilidade de potência nominal dos aerogeradores, em tempo real, desde a sua entrada em operação comercial, segundo os critérios técnicos contidos nos Procedimentos de Rede (ANEEL, 2022a).

Os procedimentos de rede são responsáveis por estabelecer a forma como a curva de produtividade deve ser elaborada, como deve ser feito o cálculo da referência da frustração de geração de energia e pela forma como o ONS deve obter os dados anemométricos de maneira automática (ANEEL, 2022a).

Até que a curva de produtividade seja elaborada, a referência da frustração de geração de energia das usinas ou conjuntos de usinas eólicoelétricas será considerada como sendo o segundo menor valor de energia gerada nos últimos 10 períodos imediatamente anteriores coincidentes com o horário da restrição de operação em análise. Considera-se como períodos imediatamente anteriores coincidentes com o horário da restrição de operação o lapso temporal correspondente ao evento de restrição de operação por *Constrained-off* das usinas. Mas, caso os 10 períodos incluam data anterior a entrada em operação comercial, será adotada a garantia física da usina para completar o período (ANEEL, 2022a).

As reduções de geração que forem associadas às restrições contidas no parecer de acesso da usina, devem ser desconsideradas da geração de referência pelo ONS (ANEEL, 2022a).

Quando se trata de conjuntos de usinas eólicas, o ONS deve fazer o rateio da referência da frustração de geração de energia de maneira proporcional à capacidade instalada de cada usina pertencente ao conjunto (ANEEL, 2022a).

O ONS deve disponibilizar, de maneira pública, todas as informações utilizadas para realizar o cálculo da referência da frustração de geração de energia (ANEEL, 2022a).

O artigo 16 da resolução trata sobre o pagamento dos montantes financeiros relativos aos eventos de restrição de operação por *Constrained-off* das usinas, classificados como razão de indisponibilidade externa. O mesmo determina que o pagamento deve ser realizado por meio de Encargo de Serviço de Sistema – ESS pela CCEE utilizando os seguintes critérios:

*“I - na parcela da garantia física vinculada a Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado – CCEAR por Disponibilidade, o pagamento deverá ser efetuado às distribuidoras de energia compradoras dos respectivos contratos;
II - na parcela da garantia física vinculada a Contrato de Energia de Reserva – CER, o pagamento deverá ser efetuado à Conta de Energia de Reserva – CONER; e
III - na parcela da garantia física não contratada conforme os incisos anteriores, o pagamento deverá ser efetuado ao agente gerador”*
(ANEEL, 2022a, p.8).

O pagamento do ESS deve ser proporcional ao consumo de energia do perfil consumo dos agentes e deve observar se a restrição foi local ou sistêmica. Outra questão é que esse pagamento é feito somente nos casos em que a soma dos tempos (acumulados desde o início do ano civil) de restrição de operação por *Constrained-off* da usina, classificada como razão de indisponibilidade externa, superar 78h. Esse valor de 78h deve ser atualizado pelo ONS considerando a indisponibilidade média apurada, em uma média móvel dos últimos cinco anos civis, das Funções de Transmissão, com nível de tensão entre 230 kV e 500 kV (ANEEL, 2022a).

A equação (1) deve ser utilizada para o cálculo do montante energético para apuração dos ESS:

$$\text{Frustração de geração} = \text{mín}(G_{anem}; E_{cont}) - G_{ver} \quad (1)$$

Onde:

G_{anem} : geração estimada a partir da velocidade do vento medida no anemômetro;

E_{cont} : montante de energia vendida em contratos associados à respectiva usina eólicoelétrica, no caso de CCEAR, CER e PROINFA; e garantia física, no caso de usinas não contratadas dessa forma.

G_{ver} : energia gerada.

A valoração do ESS deve se dar pelo Preço de Liquidação das Diferenças – PLD do submercado da usina no respectivo período de comercialização (ANEEL, 2022a).

São inelegíveis ao recebimento dos montantes financeiros, as usinas eólicoelétricas que não cumprirem com a obrigação de encaminhamento, em tempo real, das medições anemométricas e de potência nominal dos aerogeradores, conforme informado anteriormente (ANEEL, 2022a).

O artigo 17 da resolução determina que as Regras de Comercialização deverão prever a compensação, sobre as obrigações internas aos CCEAR por Disponibilidade e CER, os eventos de restrição de operação por *Constrained-off* das usinas eólicoelétricas, classificado como razão de indisponibilidade externa, apurados conforme a resolução (ANEEL, 2022a).

O artigo 18 da resolução estabelece que somente os eventos de restrição de operação por *Constrained-off* das usinas classificados como razão de indisponibilidade externa, ocorridos a partir de 1º de outubro de 2021, estarão sujeitos ao tratamento estabelecido nos artigos 13 a 17 da resolução (ANEEL, 2022a).

O artigo 19 da resolução determina que os eventos de restrição de operação por *Constrained-off* das usinas relativos ao ACR, ocorridos antes do dia 1º de outubro de 2021 deverão ser tratados conforme a Regra de Comercialização que estabelece uma forma específica, a ser aprovada pela Superintendência de Regulação da Geração – SRG, da ANEEL, que considere as seguintes diretrizes:

- I - limitado aos Contratos de Energia de Reserva - CER e Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulados – CCEAR;*
- II - são passíveis de apuração dos montantes de energia não fornecida somente os eventos provocados por restrições elétricas em instalações externas às respectivas usinas eólicoelétricas;*
- III - o período do evento e quais usinas eólicoelétricas foram atingidas pelas restrições deverão ser informados pelo ONS;*
- IV - os valores de energia não fornecida não podem superar o montante mínimo para tornar nulo o montante de ressarcimento previsto nos contratos;*
- V - os valores de energia não fornecida devem ser apurados proporcionalmente ao fator de operação comercial das usinas eólicoelétricas e ao fator de comprometimento com o contrato; e*

VI - os valores de energia não fornecida devem também ser aplicados aos processos de reconciliação contratual.” (ANEEL, 2022a, p.10).

Já os eventos ocorridos antes de 23 de março de 2021, serão tratados, segundo o artigo 19, somente em situações as quais há documentos protocolizados na ANEEL com os pedidos de reconhecimento de *Constrained-off*, incluindo aqueles em que a apuração dos ressarcimentos foi suspensa pelo Despacho ANEEL nº 2303, de 20 de agosto de 2019. Sendo assim, os eventos ocorridos entre 23 de março de 2021 e 30 de setembro de 2021, serão tratados conforme artigo 19, independente de pedido de ressarcimento de *Constrained-off* pelo agente de geração (ANEEL, 2022a).

O artigo 20 estabelece que a resolução entra em vigor no dia 1º de abril de 2021, com exceção dos artigos 14 a 17, que passam a vigorar a partir do sétimo mês civil posterior a data de 23 de março de 2021, ou seja, em outubro de 2021 (ANEEL, 2022a).

2.2 NT 0097/2021 – MODELO DE ESTIMAÇÃO DAS CURVAS VENTO X POTÊNCIA PARA ESTIMAÇÃO DE ENERGIA FRUSTRADA.

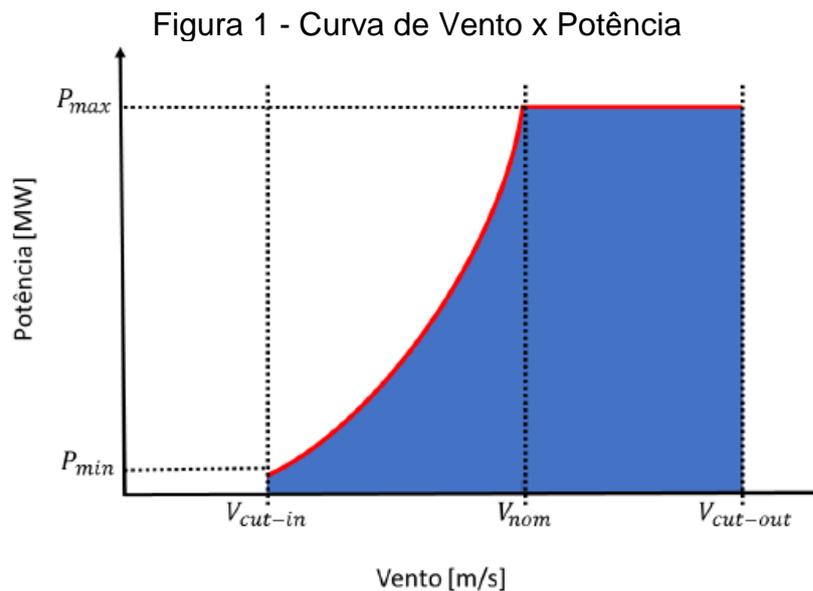
Para que fosse possível atender as demandas a respeito do pagamento de *Constrained-off* aos agentes que sofreram restrição de geração como indicado na resolução ANEEL 1030/2022, se fez necessária a criação de um método que proporcionasse a curva de produtividade e da referência de energia frustrada. A Nota Técnica 0097/2021 (ONS, 2021) é a responsável por estabelecer essa metodologia de obtenção da curva Vento x Potência, do cálculo de referência de geração frustrada e também estabelece o conjunto de dados utilizados na metodologia.

Por via de regra, como citado na Resolução ANEEL 1030/2022, a curva de potência da usina é construída com os dados de um ano de operação e é revisada anualmente, caso a usina não tenha um ano de operação comercial, a curva é construída com dados de um mês de operação e a mesma é revisada mensalmente até que se tenha um ano de dados (ONS, 2021).

É possível estimar qual a geração de referência de uma usina (quanto ela teria gerado se não tivesse sofrido restrição) tendo em mãos a curva de Velocidade do vento x Potência e os dados verificados de velocidade do vento no momento da restrição, que a usina tem obrigação de disponibilizar. Mas a Nota Técnica ressalta

que, é muito importante que os dados disponibilizados possuam uma qualidade satisfatória para que o histórico seja o mais consistente possível (ONS, 2021).

A Figura 1 - Curva de Vento x Potência, apresenta uma imagem exemplo de uma curva de Vento x Potência de um aerogerador tirada da Nota Técnica. Onde, *cut-in* é a mínima velocidade do vento para que se inicie a geração e *cut-out* é a máxima velocidade do vento que o aerogerador ainda pode operar sem desligar.



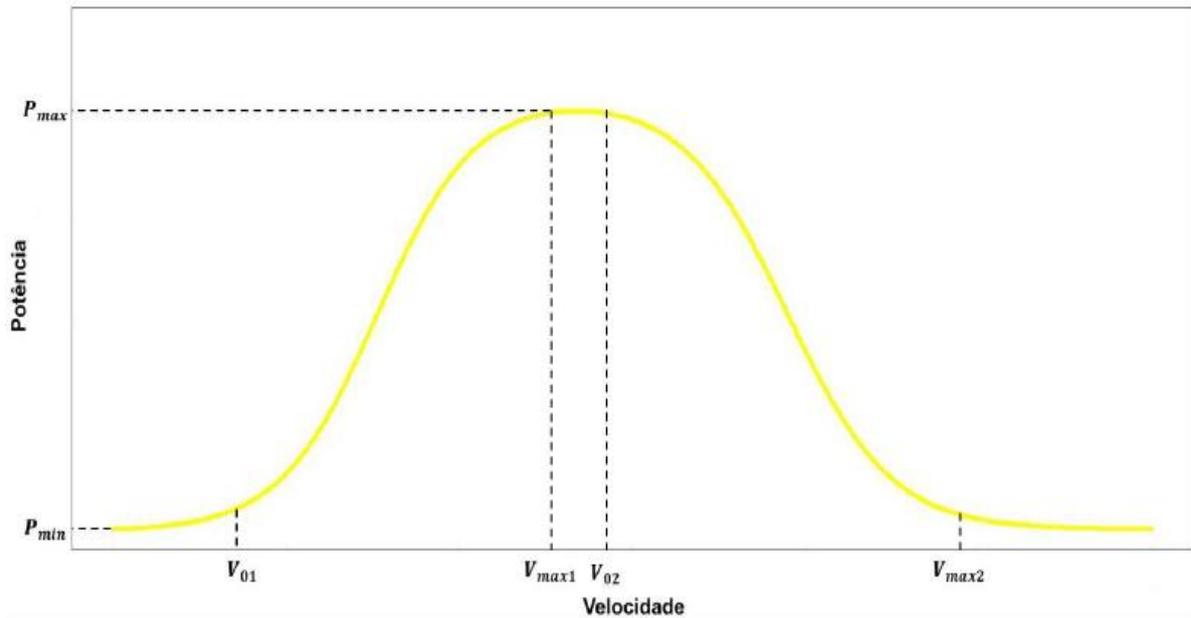
Fonte: ANEEL 0097/2021

Metodologia para estimar a curva de Vento x Potência:

Nesta sessão da Nota Técnica, é detalhado quais os métodos utilizados para estimar a curva de Vento x Potência.

Primeiramente, utilizando os dados históricos, é construída uma curva empírica através de funções sigmóides Equação(2), onde P_{min} , $P_{máx}$, V_{01} , $V_{máx1}$, V_{02} e $V_{máx2}$ são características de cada parque eólico, como exemplificado pela Figura 2 - Curva genérica para criação de limites.

Figura 2 - Curva genérica para criação de limites



Fonte: ANEEL 0097/2021

$$P(v) = P_{\min} + \frac{P_{\max} - P_{\min}}{1 + e^{\frac{5}{t_{s1}} \cdot (v - t_{c1})}} - \frac{P_{\max}}{1 + e^{\frac{5}{t_{s2}} \cdot (v - t_{c2})}} \quad (2)$$

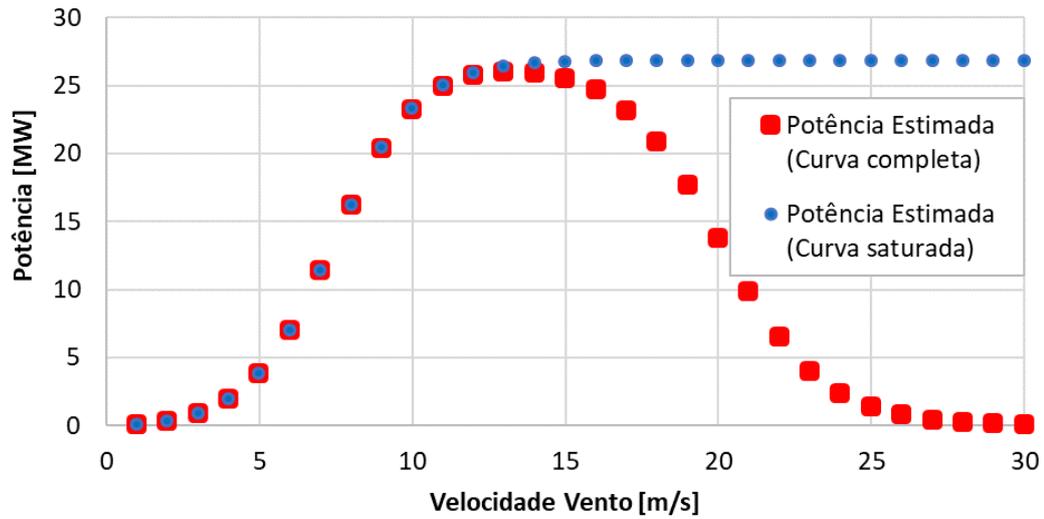
Onde,

$$t_{s1} = V_{\max1} - V_{01} \quad t_{s2} = V_{\max2} - V_{02} \quad (3)$$

$$t_{c1} = \frac{V_{\max1} - V_{01}}{2} \quad t_{c2} = \frac{V_{\max2} - V_{02}}{2} \quad (4)$$

Como já mencionado pela Nota Técnica, cada usina possui características distintas, existem usinas que quando atinge a velocidade máxima (velocidade nominal) de vento a sua potência permanece constante, tendo assim uma região de saturação bem definida, em usinas que possuem esse comportamento a curva de Vento x Potência deve ser modelada utilizando a primeira e a segunda parcela da equação (2). Já nos casos de usinas que tem sua potência reduzida ao chegar na velocidade máxima do vento, é indicado que se utilize a equação (2) completa. A Figura 3, retirada da Nota Técnica, mostra o comportamento de uma curva VxP para ambos os casos citados acima (ONS, 2021).

Figura 3 - Dispersão VxP para um parque com saturação na geração



Fonte: ANEEL 0097/2021

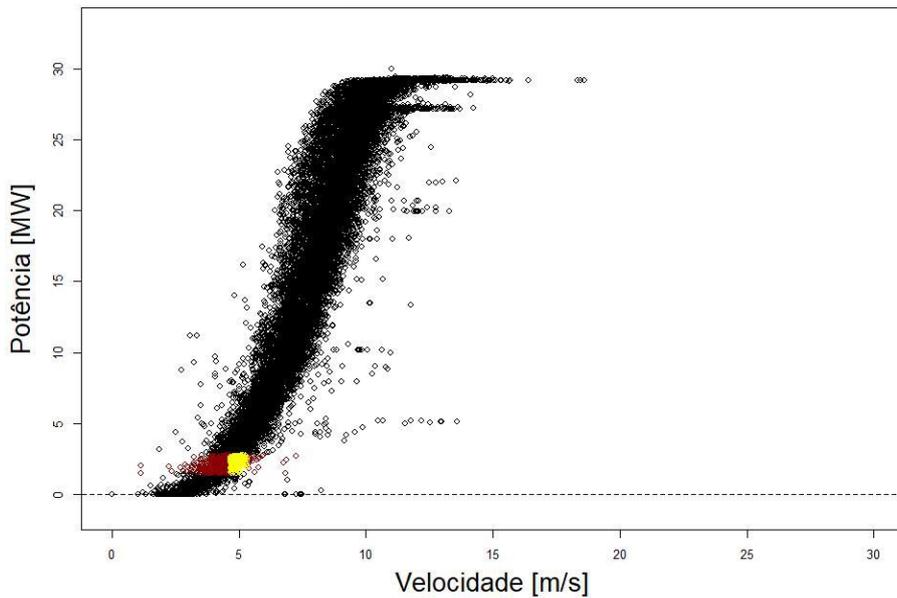
Estimação de limites das dispersões Vento x Potência

Nesta sessão é discutido sobre a necessidade de evitar pontos dispersos para geração da curva VxP, gerando assim uma curva mais consistente. Sendo assim, os dados passam inicialmente por um tratamento para que essa dispersão seja descartada, tentando manter os valores corretos. Para isso, é necessário criar funções superiores e inferiores, afim de estabelecer limites para a curva final. Para poder estabelecer essas funções limites utiliza-se da função sigmoide presente na equação (2) (ONS, 2021).

Utiliza-se dos parâmetros $P_{mín}$, $P_{máx}$, V_{01} , $V_{máx1}$, V_{02} e $V_{máx2}$ para que seja estimado os limites inferiores e superiores da curva VxP, mas para estimar os parâmetros, é necessário utilizar as próprias curvas de dispersão dos dados verificados. De maneira geral, os dados são tratados selecionando entre os pontos verificados, aqueles que pertencem aos prováveis intervalos de cada parâmetro da equação. Desse modo, para poder especificar cada coeficiente, é selecionado um certo conjunto de pontos e uma certa parcela desse vetor é calculado e definido como o valor do parâmetro que se deseja (ONS, 2021).

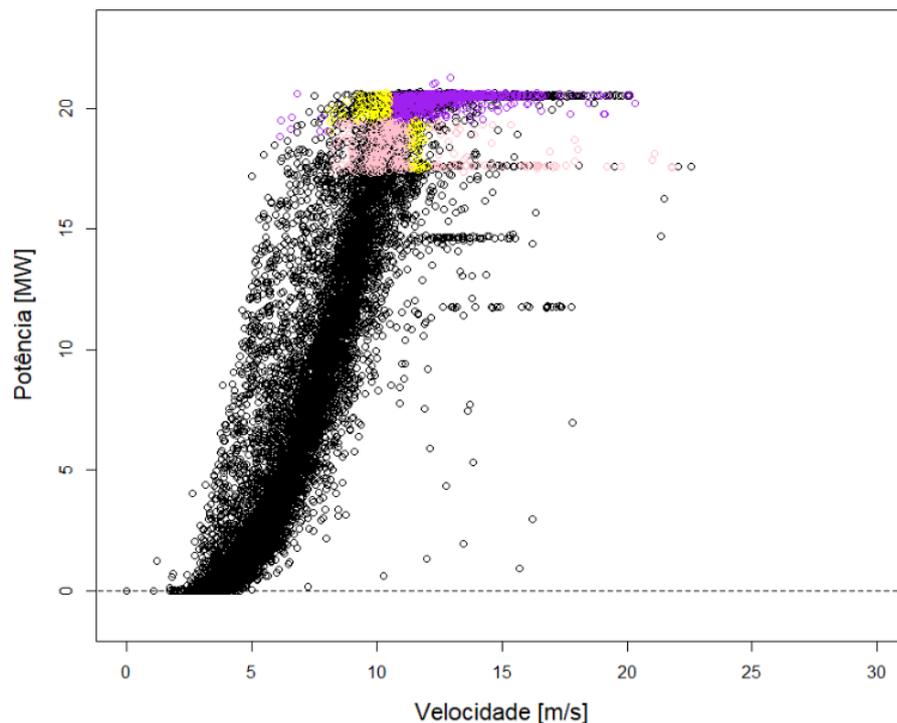
Abaixo são trazidas algumas imagens da Nota Técnica para facilitar o entendimento. Na Figura 4 destaca-se que a região em vinho são os pontos selecionados para estimar o parâmetro V_{01} e dentro dessa região, em amarelo, são os pontos escolhidos para definição do parâmetro V_{01inf} . São realizadas marcações semelhantes para estimar o restante dos parâmetros, como mostra a Figura 5.

Figura 4 - Dispersão VxP de um parque eólico



Fonte: ANEEL 0097/2021

Figura 5 - Dispersão VxP de um parque eólico

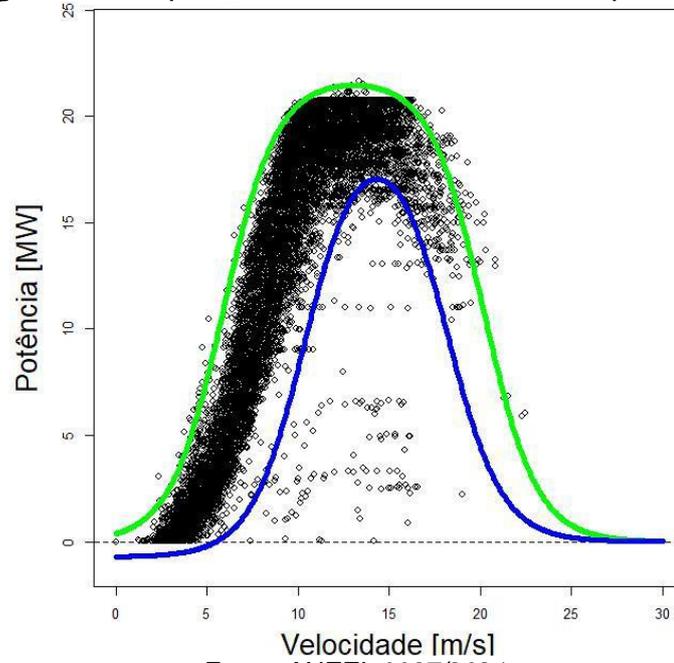


Fonte: ANEEL 0097/2021

A Figura 6 mostra como fica a curva inferior e superior e a Figura 7 apresenta a dispersão após o tratamento. É importante destacar que nem sempre as dispersões são erros de leitura da usina, podem ser dados reais de momentos em que houve alguma restrição operativa interna, onde possuía uma velocidade de vento alta, mas que por algum motivo interno não foi possível gerar o normal para aquela velocidade.

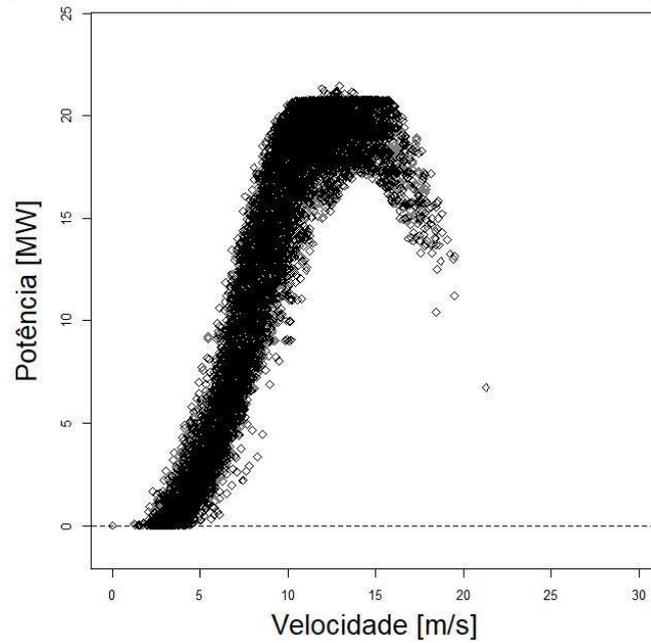
Apesar de esses dados serem reais, é necessário eliminá-los pois o que interessa são os pontos em que a usina está gerando de maneira usual (ONS, 2021).

Figura 6 – Dispersão VxP - curvas limites e aplicação.



Fonte: ANEEL 0097/2021

Figura 7 – Dispersão VxP - resultado da aplicação.



Fonte: ANEEL 0097/2021

Estimação das curvas Vento x Potência

Após eliminada as dispersões da curva VxP, é possível determinar a equação para cada usina. O modelo que foi desenvolvido estabelece os parâmetros usados na função sigmoide Equação (2).

Para que seja estimada a curva de produtividade é utilizado o algoritmo de Gauss-Newton para estimar os parâmetros ótimos. Como dados de entrada para a seleção dos parâmetros da curva VxP, está a fórmula da sigmoide (parâmetros e variáveis) e os dados verificados de velocidade do vento e geração estabelecidos pelas curvas limites, mostradas anteriormente. O algoritmo de Gauss-Newton realiza um chute inicial dos parâmetros da função sigmoide para que ocorra o processo de estimação. Sendo assim, é de suma importância que os parâmetros iniciais sejam dados dentro de uma faixa de parâmetros em potencial para evitar erro na estimação, como a não convergência do algoritmo. É possível que seja utilizado os parâmetros médios das curvas inferior e superior como chute inicial, uma vez que a essa altura as curvas já são conhecidas (ONS, 2021).

Para o sucesso do algoritmo de Gauss-Newton não basta apenas que o chute inicial esteja em uma potencial faixa de valores, mas também que os dados possuam quantidade e qualidade, dessa forma, para usinas que possuem um histórico reduzido ou uma curva de saturação pouco definida, é indicado que se inclua pontos fictícios aos dados utilizados na estimação (ONS, 2021).

Na Figura 8, retirada da Nota Técnica, é possível observar um exemplo de usina que possui um histórico insuficiente para determinação da curva de saturação, sendo assim, é necessário plotar pontos fictícios, como os em azul na Figura 9, os mesmos garantem um ajuste na curva VxP para que a mesma fica consistente com a região de saturação, como mostra a curva em amarelo (ONS, 2021).

Figura 8 - Curva VxP estimada sem inclusão de pontos fictícios

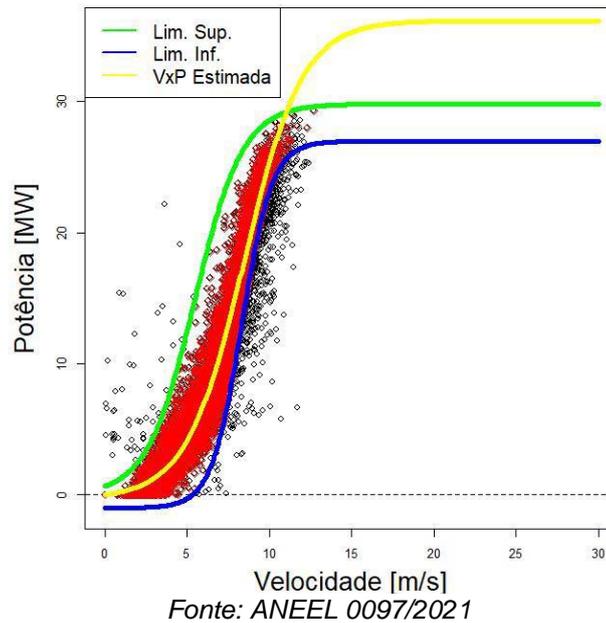
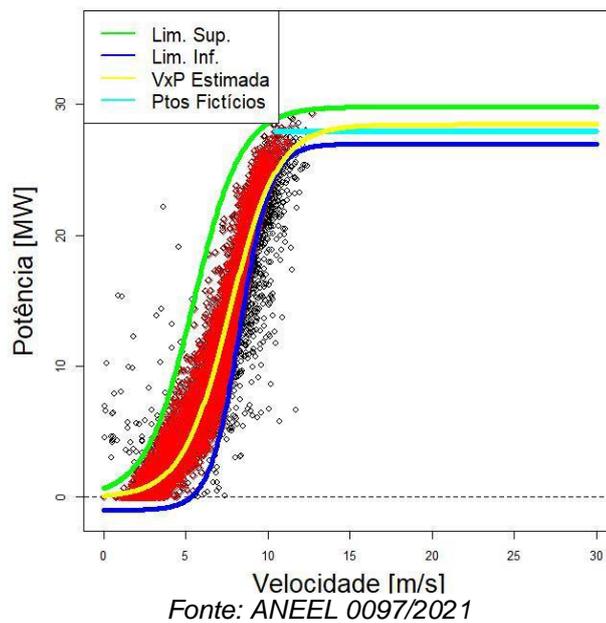


Figura 9 - Curva VxP com inclusão de pontos fictícios



2.3 NT 0023/2022 – DADOS UTILIZADOS PARA ELABORAÇÃO DAS CURVAS VENTO X POTÊNCIA PARA A ESTIMAÇÃO DE ENERGIA FRUSTRADA

A Nota Técnica 0023/2022 tem como intuito instruir a respeito dos dados necessários para elaboração da curva vento x potência, dados esses que são provenientes do Sistema de Supervisão e Controle do ONS.

Visto o fato de que muitas vezes os dados enviados em tempo real podem conter falhas, o ONS fornece a possibilidade do agente enviar esses dados corrigidos,

via SINtegre em formatos específicos. Essa alternativa entra como uma possibilidade de o agente colaborar no tratamento dos dados, não deixando apenas a carga do sistema de tratamento de dados do ONS.

2.3.1 Descrição dos dados

Os dados devem ser enviados com integralização de 30 minutos para cada dia, totalizando 48 valores, iniciando na hora 00:00 e encerrando na hora 23:30. Para os períodos com valores inconsistentes e que não se deseja que sejam considerados pelo ONS, é necessário preencher com “999” ou deixar em branco, assim esses períodos serão desconsiderados na elaboração da curva. São enviados arquivos separados para cada grandeza (geração, velocidade do vento, potência disponível e informações de restrição/limitação de geração) (ONS, 2022).

2.3.1.1 Geração

Os dados devem ser enviados em MWmed, a cada 30 minutos, ou seja, a média da potência instantânea medida no intervalo de 30 minutos. A ONS realiza o cálculo da potência média a cada meia hora, utilizando as informações recebidas a cada 4 segundos via sistema supervisorio (ONS, 2022).

2.3.1.2 Velocidade do vento

Os dados medidos de velocidade do vento devem ser enviados em m/s seguindo o padrão da integralização de 30 minutos. Importante destacar que os dados de vento enviados pelo agente devem ter a mesma origem dos dados enviados via sistema de supervisão do ONS, evitando divergências significativas. Caso exista falha em algum período, segue-se o padrão do preenchimento com “999” ou deixar em branco (ONS, 2022).

2.3.1.3 Potência disponível

Indica qual a capacidade de geração, em MW, de um parque eólico a cada meia hora. Para se chegar no valor de potência disponível do parque, é necessário somar a potência disponível de cada aerogerador disponível (sincronizados na rede). É obrigatório considerar na potência disponível, as reduções geradas por manutenções e/ou restrições no parque, que não estão relacionadas com o ONS (ONS, 2022).

Para os casos em que houve limitação de geração por parte do ONS, o agente deve informar via arquivo de potência disponível (POT), qual a soma das potências individuais dos aerogeradores sincronizados na rede (ONS, 2022).

2.3.1.4 Limitação de geração

A limitação de geração aqui especificada diz respeito à limitação decorrente de solicitação pelo ONS. Quando acontece uma restrição por parte do ONS, o agente realiza o desligamento de alguns aerogeradores ou reduz sua geração para atender essa solicitação, mas o agente poderia estar gerando sua capacidade (potência disponível). Nesse caso, a potência disponível não corresponde efetivamente ao número de máquinas operando vezes a potência de cada uma, sendo assim, o valor de potência disponível não pode ser utilizado para correção da curva vento x potência. Neste caso, a solução é o arquivo com dados da ocorrência da limitação de geração (ONS, 2022).

O arquivo é no formato binário, onde o número "1" indica que houve uma limitação de geração naquele período (meia hora) e o número "0" indica que não houve limitação. Esse arquivo permite que os dados afetados pela restrição sejam descartados da curva VxP. Dentro do período de 30 minutos, não importa se a restrição ocupou 5 ou 30 minutos, o período inteiro será descartado (ONS, 2022).

2.3.2 Formato e envio dos arquivos ao ONS

A título de manter a explanação sobre a NT 0023/2022, se esclarece que o formato dos arquivos para envio ao ONS, deve-se seguir o padrão, para que assim os dados sejam recebidos e aceitos.

Os agentes que desejam enviar os arquivos com dados históricos para elaboração da curva vento x potência para posterior correção dos dados já enviados pelo sistema de supervisão, devem utilizar o portal do SINtegre, para isso é necessário estar cadastrado (ONS, 2022).

2.3.3 Avaliação da qualidade dos dados

É muito importante que os dados enviados pelo sistema de supervisão e controle em tempo real tenham uma qualidade satisfatória, para que as curvas sejam construídas pelo ONS de maneira adequada, proporcionando assim, um cálculo de energia restrita mais eficaz. Os dados enviados via SINtegre também devem seguir esse tipo de cuidado (ONS, 2022).

No portal do SINtegre serão disponibilizados 4 arquivos contendo as seguintes informações: comparação, comparação da dispersão, dispersão da curva e curva VP, ambos os arquivos servem para o agente visualizar tanto o resultado de quais dados serão utilizados para o cálculo da geração de referência quanto a curva VP estimada (ONS, 2022).

Os arquivos com as informações de comparação e comparação da dispersão só estarão disponíveis para agentes que enviaram dados via SINtegre, pois o ONS compara os dados enviados via Sistema de Supervisão e Controle com os enviados via SINtegre, já os arquivos de dispersão da curva e curva VP ficarão disponíveis para todos os agentes que tiverem dados válidos de geração e velocidade do vento (ONS, 2022).

A atualização/disponibilização da curva para agentes com mais de um ano em operação acontece apenas quando são considerados novos dados do sistema de supervisão e/ou foram enviados novos dados via SINtegre. Sendo assim, caso o agente não envie dados via SINtegre, a curva será feita utilizando apenas os dados enviados via Sistema de Supervisão e Controle, adicionalmente, quando os dados não

são enviados de maneira válida via Sistema de Supervisão nem via SINtegre, não será possível calcular a curva (ONS, 2022).

Já os agentes que ainda não possuem um ano de operação, a disponibilização da curva será feita mensalmente até que complete um ano, mas para isso é necessário o envio de dados válidos via Sistema de Supervisão e Controle, podendo também enviar via SINtegre (ONS, 2022).

2.4. SÍNTESE DO CAPÍTULO 2

O capítulo 2 tratou de toda a parte de Regulamentação do *Constrained-off* eólico, desde a Resolução 1030/2022 até as Notas Técnicas que a circundam. Tal capítulo serve para dar o embasamento teórico necessário para seguir em diante, a REN 1030/2022 é a parte mais importante de tal trabalho, pois ela dita as Normas básicas que precisam ser seguidas para que o *Constrained-off* funcione, já as Notas Técnicas, dão o fomento necessário para o agente gerador entender e poder usufruir de seus direitos e deveres no que diz respeito ao envio de dados ao ONS e obtenção das curvas de produtividade.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

O presente estudo é realizado utilizando a abordagem qualitativa, onde se trabalha com as ferramentas de descrição, comparação e interpretação a respeito do tema e não se baseia em estatística ou regras.

O estudo qualitativo tem a característica de interpretar o tema de maneira macro e não de focar em conceitos específicos, neste caso, o assunto principal do trabalho é o *Constrained-off*, que tem a característica de ser um tema recente, com poucos artigos e estudos à respeito, onde se faz necessário trabalhos que abranjam ele como um todo, afim de despertar a curiosidade e necessidade de aprofundamento nos conceitos em dissertações futuras.

A Análise Qualitativa é um método de avaliação que possui diferentes fases de análise, sendo elas: coleta de dados: onde são coletadas todas as informações necessárias para o estudo; tratamento de dados: onde são filtrados os dados mais importantes e organizados para um melhor estudo; e análise de dados: onde são estudados enfim os dados. As seções seguintes caracterizam as fases da avaliação qualitativa.

3.2 COLETA DE DADOS

Grande parte da pesquisa inicial foi realizada com embasamento técnico, através de Notas Técnicas, Despachos e Resoluções Normativas disponibilizados pela ANEEL.

Foi utilizado também o método de entrevista com empresas, associações e pessoas que estão por dentro do assunto de *Constrained-off* no dia-a-dia, tais entrevistas foram realizadas por meio de e-mails e reuniões online no período de 2022 e 2023, os resultados das entrevistas foram utilizados para agregar conhecimento ao autor do presente trabalho, onde não são citados diretamente nos textos, mas auxiliaram como base na pesquisa.

Por fim, a última etapa da coleta de dados foi a Consulta Pública 022/2022, que tinha como finalidade a coleta de subsídios para aprimoramento das Regras de Comercialização que circundam a Resolução Normativa nº 927 (substituída

atualmente pela Resolução Normativa nº 1030). A Consulta Pública se encontra disponível no site da ANEEL, onde consta todos os documentos base fornecidos pela ANEEL e CCEE, que mostram quais alterações podem ser realizadas nos Cadernos da CCEE para que sejam aprimoradas as Regras de Comercialização, são também disponibilizadas as sugestões das empresas do ramo de energia eólica, sugestões essas que foram coletadas no período em que ficou aberta a consulta pública (11/05/2022 a 24/06/2022).

Para realização do presente estudo, foram coletadas todas as informações advindas da consulta pública, organizadas por Caderno da CCEE e por empresa participante.

As empresas/associações participantes da pesquisa foram: Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEOLICA), Associação Brasileira de Investidores em Autoprodução de Energia (ABIAPE), BW Guirapá I (BWG), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), Companhia Paranaense de Energia (COPEL), Grupo CPFL Energia (CPFL), EDF Renewables (EDFR), Galp Energia Brasil S.A. (GALP), Instituto de Engenharia do Paraná (IEP), Eólica Mangue Seco 2 (MS2), Omega Energia (OMEGA), Eólicas Pindaí I, II, III, IV (PINDAÍ), Serveng Energias Renováveis S.A., Statkraft Energias Renováveis (STATKRAFT) e Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG).

E os Cadernos referentes as Regras de Comercialização que foram levantados para alteração são: Consolidação de Resultados, Descritivo de Alterações, Encargos, Energia de Reserva e Receita de Venda

3.3 TRATAMENTO DE DADOS

Todas as informações coletadas desde o início da pesquisa, auxiliaram na confecção do trabalho, nada foi descartado. Os Despachos, Notas Técnicas, Resoluções e entrevistas deram o embasamento necessário para estudo da Consulta Pública 022/2022.

Com relação à consulta pública, foi realizada a extração das informações diretamente da página da ANEEL que trata da mesma, organizadas as sugestões de cada empresa/associação, e dentro dessa separação, houve a divisão em tópicos, onde cada tópico se refere à um caderno da CCEE.

No presente trabalho, foi realizado o estudo analisando a sugestão de cada empresa/associação sobre cada Caderno de Regra de Comercialização, para que assim possa ser analisado se as empresas estão alinhadas em suas sugestões, se estão no mesmo nível de aprofundamento do tema *Constrained-off* e principalmente se possuem as mesmas “dores”, para que assim possa ser feita uma conclusão clara sobre como anda a discussão do *Constrained-off* entre o mercado de energia eólica.

Importante destacar que foram descartadas algumas sugestões de alguns agentes por fugir do proposto na Consulta Pública, o Caderno de Regra chamado “Consolidação de Resultados” também foi descartado por não ter tido nenhuma sugestão de melhoria por parte das empresas.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

A partir da fase de coleta dos dados regulatórios, foi realizada a leitura e organizada toda a informação pertinente ao tema proposto. Com o auxílio de entrevistas a pessoas e associações envolvidas no tema *Constrained-off*, foi realizado o aprofundamento sobre o tema numa visão não tão formal quanto estudos regulatórios, isso auxiliou a ter uma visão macro da relação dos geradores com as normas que circundam o *Constrained-off*.

Uma fase importante na pesquisa foi o estudo da Consulta Pública 022/2022, pois com ela foi possível abordar a relação geradores x órgãos reguladores de maneira detalhada, com riqueza de informações, mas o fato de ter muitas informações fez-se necessário a filtragem, onde foram retirados detalhes vistos como não muito importantes para o estudo em si por serem muito superficiais e/ou fugirem do proposto.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta uma análise da Consulta Pública 022/2022 da ANEEL (ANEEL,2022b), que tinha como objetivo a coleta de subsídios para aprimoramento das Regras de Comercialização para atendimento a Resolução Normativa 927/2021 (atual REN 1030/2022). A Consulta Pública foi aberta para receber sugestões de empresas e associações do ramo de Energia Eólica, onde a ANEEL e CCEE, disponibilizaram alguns documentos com sugestões de alteração nas Regras e os agentes poderiam expressar sua opinião/análise a respeito dos mesmos.

Nos tópicos a seguir, são analisadas as sugestões de cada empresa com relação a cada documento fornecido na Consulta Pública. Para análise, os tópicos foram divididos em 4 temas, que são eles: Receita de Venda de CCEAR, Contratação de Energia de Reserva, Encargos e Descritivo de Alterações da CCEE. Cada tópico trata de cada documento/Regra de Comercialização, fornecida pela CCEE/ANEEL como base para a Consulta Pública, dentro de cada tema, será feita a análise da sugestão de cada empresa participante da CP e por fim será realizada a discussão à respeito das análises.

4.1 RECEITA DE VENDA DE CCEAR

O caderno “Receita de Venda de CCEAR” (CCEE, 2022a), onde CCEAR significa Contrato de Compra de Energia no Ambiente Regulado, trata da composição de receita das usinas que vendem contratos no ambiente regulado, onde leva em conta diversos contratemplos que podem vir a ocorrer em tais contratos, garantindo a segurança do agente comprador.

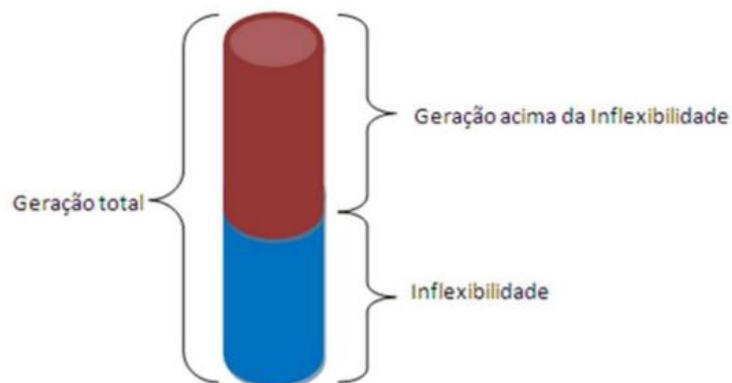
O Ambiente de Contratação Regulada (ACR) possui contratos originados de leilões promovidos pela ANEEL, esses contratos podem ser celebrados na modalidade quantidade ou disponibilidade. No caso da modalidade quantidade dos Leilões de Energia Nova e na modalidade disponibilidade de todos os leilões regulados, é função da CCEE apurar a receita de venda e divulgar os resultados, fazendo com que os vendedores possam efetuar o faturamento de acordo com cada contrato (CCEE, 2022a).

Quando uma usina é despachada na modalidade disponibilidade, existe o custo fixo, mas também existe o custo variável de produção oriundos da operação, tal custo é repassado para as distribuidoras participantes do leilão (CCEE, 2022a).

O custo fixo diz respeito a despesas fixas que o vendedor apresenta no leilão, como, custo de conexão e uso do sistema, custo com consumo de combustível, custo fixo com operação e manutenção, dentre outros. A parcela fixa é paga anualmente pelo comprador (CCEE, 2022a).

Já o custo variável é determinado pela parcela da geração total que excede a parcela de inflexibilidade, como mostra a Figura 10, tal custo é valorado ao Custo Variável Unitário – CVU. O custo variável, se torna variável devido a operação destas usinas serem coordenadas pela ONS (CCEE, 2022a).

Figura 10 - Geração utilizada para pagamento da parcela variável



Fonte: Caderno Receita de Venda de CCEAR

O Caderno de Regras de Receita de Venda de CCEAR (CCEE, 2022a) trata de diversas modalidades de geração elétrica e é subdividido em usinas térmicas e biomassa, usinas eólicas, demais usinas não hidráulicas e usinas solares, a CP 22/2022 foca apenas no tópico de usinas eólicas, do qual será aprofundado a partir de agora.

O ponto que ganhou destaque na consulta pública, com relação ao Caderno que está aqui sendo tratado, foi o tópico 2.2.1 que trata do “Detalhamento do Cálculo dos Ressarcimentos Devidos aos CCEARs por Disponibilidade das Usinas Eólicas”,

tal tópico trata de detalhar como é realizado o cálculo de cada tipo de ressarcimento no âmbito da energia eólica.

Inicialmente o tópico destaca como é feito o ressarcimento devido aos CCEARs por disponibilidade de leilões de energia nova realizados antes de 2016 e de 2017 em diante.

No caso dos leilões anteriores à 2016, o cálculo do ressarcimento é realizado seguindo as etapas: determinação da energia não entregue para o contrato nos anos associados aos CCEARs por disponibilidade; determinação da energia não entregue para o contrato nos quadriênios associados aos CCEARs por disponibilidade; detalhamento dos ressarcimentos anuais e quadrienais associados aos CCEARs por disponibilidade (CCEE, 2022a).

Já no caso dos leilões realizados de 2017 em diante o cálculo do ressarcimento é feito conforme etapas: determinação da energia não entregue para o contrato no ano associado aos CCEARs por disponibilidade; detalhamento do ressarcimento anual (CCEE, 2022a).

O tópico estudado se aprofunda no detalhamento de diversas equações utilizadas para cálculo dos ressarcimentos, mas isso não é visto como algo válido a se apresentar no presente estudo visto a complexidade e quantidade de detalhes, mas abaixo são trazidas as sugestões das empresas participantes da Consulta Pública, com relação ao tópico 2.2.1.

Como sugestão ao conteúdo exposto no tópico 2.2.1, a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEOLICA, 2022b) diz que para os CCEARs anteriores à 2016, não existe previsão de que o total de restrição, não reconhecido dentro de um ano, possa ser utilizado nos anos seguintes pertencentes ao mesmo quadriênio no caso dos mesmos terem geração abaixo da Garantia Física do empreendimento. Segundo a ABEEOLICA (ABEEOLICA, 2022b), tal assunto é uma problemática pois destoa da proposta dos contratos quadrienais, onde os mesmos preveem que os 4 anos servem para garantir a estabilização do patamar de geração da usina, onde, caso um ano tenha excesso de geração, esse excesso é utilizado para compensar o déficit dos anos seguintes.

A companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF, 2022) sinaliza a mesma preocupação que a ABEEOLICA, de que a restrição não reconhecida em um ano, seja levada em consideração no anos seguintes pertencentes ao mesmo quadriênio, pois segundo a CHESF, isso minimizaria a possibilidade do agente sofrer

penalização por descumprir a obrigação contratual de entrega de energia no final do quadriênio devido a ocorrência de restrição não reconhecida.

4.2 CONTRATAÇÃO DE ENERGIA DE RESERVA

O caderno de Regras denominado “Contratação de Energia de Reserva” (CCEE, 2022b) apresenta diversos dispositivos, entre eles estão: implementação do processo de liquidação financeira das operações relativas à contratação de Energia de Reserva, realização do cálculo do EER (Encargo de Energia de Reserva) e diversas outras demandas relacionadas a Energia de Reserva.

A Energia de Reserva, tem como função garantir a segurança no fornecimento de energia elétrica ao Sistema Interligado Nacional, e as usinas são especialmente contratadas para esse fim. A CCEE é o órgão responsável pela celebração dos CERs (Contratos de Energia de Reserva), ela atua como representante dos agentes consumidores perante os agentes vendedores nos Leilões de Energia de Reserva (CCEE, 2022b).

Neste tópico será abordado, de maneira resumida, as referências que o Caderno de Regras de Contratação de Energia de Reserva faz especificamente à energia eólica, iniciando pela Apuração da Entrega da Energia Contratada para Usinas Eólicas.

A Apuração da Entrega de Energia Contratada possui algumas particularidades quando se refere a energia eólica, devido às incertezas que esse tipo de energia traz com relação a sua produção. A primeira particularidade é a Contratação de Energia por Quadriênio, que levou a criação da Conta de Energia, que define uma faixa de tolerância do montante anual contratado, tal faixa varia entre 90% (limite negativo inferior) e 130% (limite positivo superior). Sendo assim, as usinas eólicas comprometidas com CER utilizam de duas apurações, a anual, realizada ao final de cada ano contratual e a quadrienal, realizada ao final do quadriênio (CCEE, 2022b).

Existem dois tipos de cálculo na apuração anual, o primeiro é o ressarcimento por conta de geração inferior ao limite, quando o montante anual se encontra abaixo do limite inferior da Conta de Energia, e o segundo é o cálculo da Receita Variável de Excedente, que ocorre quando a geração anual excede o limite superior da Conta de Energia (CCEE, 2022b).

Na apuração quadrienal também existem dois tipos de situação, a primeira é quando, no final do quadriênio, o saldo da Conta de Energia é negativo, neste caso, é realizado o cálculo do ressarcimento devido ao saldo negativo, já a segunda situação é quando o saldo da Conta de Energia é positivo, neste caso, o empreendimento opta por 3 opções, sendo elas: (i) utilizar esse saldo no quadriênio seguinte; (ii) realizar divisão de energia quadrienal para outros empreendimentos eólicos; (iii) receber a Receita Variável por Saldo Acumulado (CCEE, 2022b).

O próximo passo no estudo do Caderno de Regras “Contratação de Energia de Reserva” diz respeito aos cálculos por ele estabelecidos para apuração dos ressarcimentos, determinação da energia contratada, determinação da receita de venda, reajuste do preço de venda, receita fixa, receita variável, determinação da receita fixa retida, entre outros que não cabem explicar no presente trabalho.

Na consulta pública, como o assunto é *Constrained-off*, a sugestão de alteração se deu nos cálculos referentes a determinação do montante para abatimento do ressarcimento em função da restrição de geração por *Constrained-off*, onde a COPEL (Companhia Paranaense de Energia) fez sua sugestão.

O texto original trata sobre como deve ser determinado o montante de energia não fornecida, onde indica que deve ser determinado através do menor valor entre a energia não fornecida por conta da restrição de operação indicada pelo ONS e a energia para atendimento aos contratos, como mostra a Equação (5):

$$ENF_DT_OFF_AJU_CER_{p,t,l,f}^{CER} = \min(ENER_ATEND_CER_{p,t,l,f}^{CER}; ENF_DT_OFF_CER_{p,t,l,f}^{CER}) \quad (5)$$

Onde:

$ENF_DT_OFF_AJU_CER_{p,t,l,f}^{CER}$ é a energia não fornecida para contratos CER em decorrência da restrição indicada pelo ONS da usina de cada parcela de usina “p”, referente ao produto “t”, do leilão “l”, do contrato “e”, no período da entrega de energia ao CER “f^{CER}”

$ENER_ATEND_CER_{p,t,l,f}^{CER}$ é a energia para atendimento do contrato CER da usina de cada parcela de usina “p”, referente ao produto “t”, do leilão “l”, do contrato “e”, no período da entrega de energia ao CER “f^{CER}”

$ENF_DT_OFF_CER_{p,t,l,f}^{CER}$ é a energia não fornecida para usinas comprometidas com CER em decorrência de restrição indicada pelo ONS da usina de

cada parcela de usina “*p*”, referente ao produto “*t*”, do leilão “*l*”, do contrato “*e*”, no período da entrega de energia ao CER “*f^{CER}*”

De acordo com a COPEL (COPEL, 2022), limitar o reconhecimento da geração frustrada ao montante de Garantia Física anual, impossibilita que a geração frustrada seja reconhecida no atendimento a entrega de energia quando realizada a apuração quadrienal do contrato regulado, portanto, a mesma sugere que seja adicionado um acrônimo “*M_SUP*” somando ao “*ENER_ATEND_CER*”, de modo que seja contemplada energia não fornecida em montante superior ao de energia contratada na apuração quadrienal. Dessa forma, “*M_SUP*” se refere ao montante superior de geração frustrada não reconhecida anualmente.

4.3 ENCARGOS

Encargos são os custos que não estão contemplados no PLD (Preço de Liquidação das Diferenças), que se referem a manutenção da confiabilidade do sistema para atendimento da demanda de energia no SIN. No caderno de Regras denominado “Encargo” são tratados os valores dos encargos e é definido como é realizado o rateio dos montantes por todos os agentes (CCEE, 2022c).

A CCEE e a GALP Energia Brasil realizaram sugestões com relação ao anexo II do caderno de encargos, o anexo se refere a determinação da energia contratada utilizada para encargos de serviço do sistema, o objetivo do anexo é determinar as horas de geração indisponível para as usinas eólicas, além de determinar a energia contratada e a geração frustrada, que são mecanismos utilizados para determinar o valor a ser recebido do encargo por restrição de operação (ESS), a seguir será estudada a sugestão de cada empresa com relação aos tópicos 3.2.1 e 3.2.3 do anexo II:

4.3.1 Tópico 3.2.1 x GALP

O tópico 3.2.1 trata do “Detalhamento do Banco de Horas de Indisponibilidade em função da Transmissão”, onde indica as expressões utilizadas para determinar o banco de indisponibilidade em função da transmissão (CCEE, 2022c).

O primeiro passo é determinar o fator de geração indisponível em função da transmissão, onde, caso no período de comercialização “*j*” ocorreu evento de

Constrained-off, indicado pelo ONS, ocasionado pela linha de transmissão externa à usina, então:

$$F_INDISP_{cp,j} = 1 \quad (6)$$

Caso contrário:

$$F_INDISP_{cp,j} = 0 \quad (7)$$

Onde:

$F_INDISP_{cp,j}$ é o Fator de geração Indisponível em função da transmissão, do conjunto das usinas eólicas “ cp ”, por período de comercialização “ j ”

Por último, para determinar o Banco de Indisponibilidade em função da transmissão, é realizada a soma das horas ditas como indisponíveis pelo ONS, com o banco de indisponibilidade em função da transmissão, conforme Equação (8):

$$BANCO_INDISP_{p,j} = \sum_{m \in f} \left(\sum_{j^* \in m} F_INDISP_{cp,j} + ADDC_F_INDISP_{p,m} \right) \quad (8)$$

Onde:

$BANCO_INDISP_{p,j}$ é o Banco de Indisponibilidade em função da transmissão, da parcela de usina “ p ”, por período de comercialização “ j ”

$F_INDISP_{cp,j}$ é o Fatos de geração Indisponível em função da transmissão, do conjunto das usinas eólicas “ cp ”, por período de comercialização “ j ”

$ADDC_F_INDISP_{p,m}$ é o Ajuste Decorrente de Deliberação do CAd, Decisões Judiciais ou Administrativas referente ao Fator de geração Indisponível, da parcela de usina “ p ”, no mês de apuração “ m ”

“ j^* ” se refere aos períodos de comercialização anteriores

Como contribuição, a GALP sugeriu (GALP, 2022) uma alteração algébrica na fórmula referente ao “ $BANCO_INDISP_{p,j}$ ”, onde a dimensão dos acrónimos deveriam ser ajustadas, alterando de “ p,j ” para “ cp,j ”, tanto no acrónimo “ $BANCO_INDISP_{p,j}$ ” quanto no acrónimo “ $ADDC_F_INDISP_{p,j}$ ”. Tal sugestão foi realizada para que os acrónimos sejam compatíveis com a informação fornecida pelo ONS ($F_INDISP_{cp,j}$), a qual se dá por conjunto de usinas eólicas e não apenas por parcela de usina.

Outra sugestão realizada foi a alteração do significado de “ j^* ”, onde a GALP sugere a alteração para a seguinte frase “*se refere aos períodos de comercialização anteriores à primeira hora do mês de apuração “ m ”.*” (GALP, 2022). Tal sugestão serve apenas para um melhor entendimento do funcionamento da fórmula.

4.3.2 Tópico 3.2.3 x GALP e CCEE

O tópico 3.2.3 trata do Detalhamento da Energia Contratada, onde são expostos os cálculos utilizados para determinação da energia contratada anual.

O ponto de maior destaque nesse tópico se refere ao cálculo da quantidade de energia vendida no ano em contratos associados as usinas. A energia comprometida via contratos é um limitador na determinação da geração frustrada passível de recebimento de encargo via ESS, sendo assim, é determinado o limitador anual para cada tipo de usina, como mostra as equações (9) e (10) (CCEE, 2022c):

Para usinas eólicas comprometidas com CER:

$$ECONT_ANUAL_{p,f} = ECQ_{p,t,l,q} \cdot \sum_{m \in f} M_HORAS_m \quad (9)$$

Para as demais usinas:

$$ECONT_ANUAL_{p,f} = \max\left(\sum_{m \in f-1} (GF_p \cdot M_{HORAS_m}) \cdot F_{PDI_GF_{p,f-1}} \cdot \left(\frac{\sum_{j \in f-1} UXP_{GLF_{p,j}}}{\sum_{m \in f-1} M_{HORAS_m}}\right); QA_{e,f}\right) \quad (10)$$

Onde:

$ECONT_ANUAL_{p,f}$ é a Quantidade de Energia Vendida no Ano em contratos associados à parcela de usina “p”, por período de comercialização “j”

$ECQ_{p,t,l,q}$ é a Energia Contratada no Quadriênio da parcela de usina “p”, referente ao produto “t”, do leilão “l”, para o quadriênio “q”

GF_p é a Garantia Física da parcela de Usina “p”

$F_{PDI_GF_{p,f}}$ é o Fator de Ajuste da Garantia Física em função da Média das Perdas Internas da parcela de usina “p” no ano de apuração “f”

M_HORAS_m é a Quantidade Total de Horas do mês de apuração “m”

$UXP_GLF_{p,j}$ é o Fator de Rateio de Perdas de Geração associado à usina “p” por período de comercialização “j”

$QA_{e,f}$ é a Quantidade Anual do Contrato “e” no ano de apuração “f”

A primeira sugestão destacada referente ao tópico 3.2.3 vem das empresas GALP (GALP, 2022) e CCEE (CCEE, 2022d), onde as mesmas propõem que o cálculo da quantidade anual de energia vendida para os casos de usinas que não pertencem ao CER, deve levar em consideração a soma anual de todos os contratos de venda da usina no ambiente regulado (CCEAR). Para isso sugere-se a utilização da equação (11) ao invés da equação (10):

$$ECONT_ANUAL_{p,f} = \max\left(\sum_{m \in f-1} (GF_p \cdot M_{HORAS_m}) \cdot F_{PDI_{GF_{p,f-1}}} \cdot \left(\frac{\sum_{j \in f-1} UXP_{GLF_{p,j}}}{\sum_{m \in f-1} M_{HORAS_m}}\right) : \sum_{e \in EPTL} QA_{e,f}\right) \quad (11)$$

Onde:

$EPTL$ é o conjunto de contratos CCEAR por Disponibilidade “e”, pertencentes à usina “p”, comprometida com o produto “t”, do leilão “l”

Ainda referente à equação (10), a GALP (GALP, 2022) sugere que o total de Garantia Física anual deve ser calculado considerando o número de horas do ano de apuração, assim refletindo a disponibilidade da grandeza em anos bissextos e anos seguintes, com isso a GALP sugere a utilização da equação (12):

$$ECONT_ANUAL_{p,f} = \max(GF_p \cdot \sum_{m \in f} M_{HORAS_m} \cdot F_{PDI_{GF_{p,f-1}}} \cdot \left(\frac{\sum_{j \in f-1} UXP_{GLF_{p,j}}}{\sum_{m \in f-1} M_{HORAS_m}}\right) : QA_{e,f}) \quad (12)$$

Como última sugestão de alteração na equação (10), a GALP (GALP, 2022) indica alterações necessárias na apuração das perdas médias da rede básica no ano anterior, onde sugere que para tal cálculo, seja considerado apenas as horas em que a usina esteve em operação comercial, para isso são necessárias algumas alterações algébricas na equação, como mostra a equação (13).

$$ECONT_ANUAL_{p,f} = \max\left(\sum_{m \in f-1} (GF_p \cdot M_{HORAS_m}) \cdot F_{PDI_{GF_{p,f-1}}} \cdot \left(\frac{\sum_{j \in HOCFA} UXP_{GLF_{p,j}}}{\sum_{j \in HOCFA} SPD_m}\right) : QA_{e,f}\right) \quad (13)$$

Onde:

SPD_m é a duração de um período de comercialização em horas, no mês de apuração “m”

$HOCFA$ é o conjunto de horas do ano anterior ao ano de apuração “l”, em que a usina “p” esteve em operação comercial.

4.4 DESCRITIVO DAS ALTERAÇÕES

Outro documento disponibilizado para avaliação das empresas foi o Descritivo de Alterações da CCEE, nele são descritas todas as alterações sugeridas nos cadernos de Regra de Comercialização. Algumas empresas realizaram sugestões a respeito deste documento, das quais serão discutidas no presente tópico. Na sequência serão trazidos dois subtópicos principais que receberam sugestões de

alteração, o primeiro é referente a “Determinação da energia contratada” e o segundo se refere ao “Limite de indisponibilidade de transmissão sem direito ao *Constrained-off*”.

4.4.1 Determinação da energia contratada

Neste tópico, a CCEE explica como é determinada a energia contratada no caso das usinas eólicas e por fim, explora quatro diferentes opções para determinação do valor horário da energia contratada, visto que, de acordo com a Resolução 927/2021, tal determinação é necessária para comparação com a geração frustrada e a geração realizada, ambas na mesma dimensão temporal.

De acordo com a Resolução Normativa 927/2021 (atual REN 1030/2022), para fins de *Constrained-off*, será realizado o reconhecimento apenas da geração faltante para atendimento ao contrato (CCEE, 2022e).

A CCEE destaca diferentes possibilidades de contratação que as usinas eólicas possuem, que são CER ou PROINFA, onde as usinas são 100% comprometidas e existe também as comprometidas com CCEAR e/ou ACL, neste caso as usinas podem vender parte da energia no momento do leilão do ACR, com a possibilidade de alterar os montantes contratuais de acordo com a legislação vigente (CCEE, 2022e).

Levando em conta ambos os casos, a CCEE (CCEE, 2022e) diz entender que a energia contratada pode ser definida de forma única, independentemente do tipo de comprometimento da usina, sendo equivalente à Garantia Física, mas com certas exceções. Deste modo, é determinada a frustração de geração, a cada evento de *Constrained-off* de cada usina, e depois tal frustração é dividida, de acordo com a porcentagem de comprometimento, para cada ambiente de comercialização, assim como ocorre na geração realizada.

São destacadas algumas particularidades, como por exemplo, o fato de que a Garantia Física, considerando a referência no centro de gravidade, pode ser um valor abaixo do firmado em contrato, no caso de contratos regulados. E também, que a energia comprometida em casos de usinas comprometidas 100% com leilões de energia de reserva, deve ser a energia contratada, visto que não possuem geração livre para venda no ACL. Outro ponto de atenção é que a CCEE não possui registro dos valores de energia contratada no PROINFA, sendo assim, a Eletrobrás é

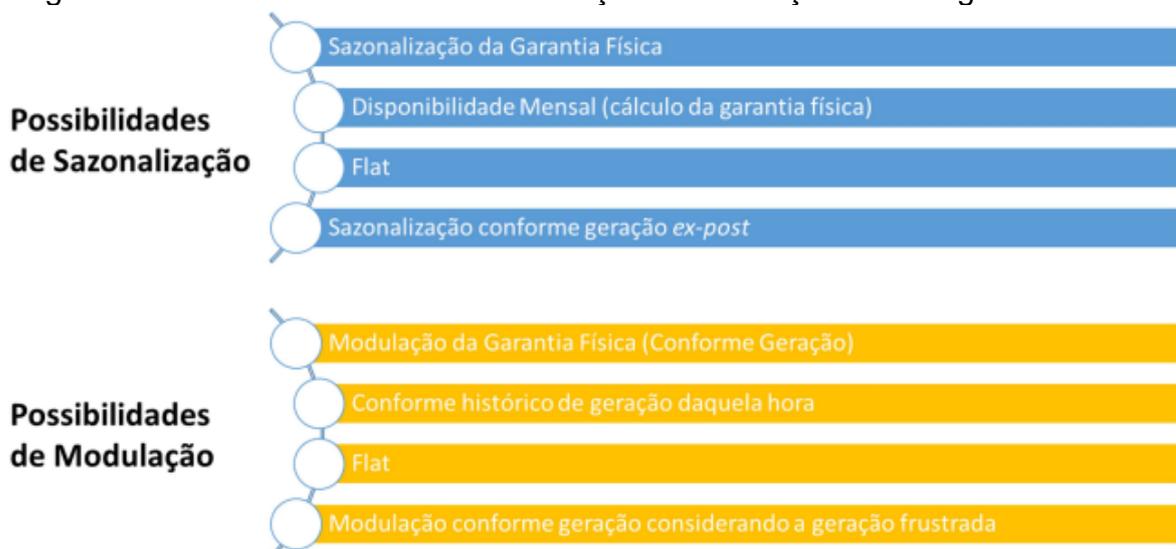
responsável por realizar o acerto financeiro nos casos em que as usinas não atendam o compromisso estabelecido em contrato, então neste caso, para usinas participantes do PROINFA, a Garantia Física segue sendo referência para a energia contratada (CCEE, 2022e).

Até o momento foi definida a quantidade de energia contratada, da qual a integralização é anual, a partir disso, a CCEE procura determinar como será a sazonalização (integralização mensal) e a modulação (integralização horária) da energia contratada.

Para determinar a sazonalização e a modulação, que são itens previstos na REN 927 para valoração do PLD na respectiva hora em que ocorre a restrição de *Constrained-off*, a CCEE adota como referência as usinas comprometidas com CCEAR por disponibilidade e CER, pois a maioria das usinas eólicas possuem esse tipo de contrato, dos quais possuem obrigação de entrega anual, podendo sofrer variações ao longo de um quadriênio, nesses tipos de contratos, o risco de em qual PLD a energia é entregue, é do comprador. Já nos casos de vendas realizadas no ACL, os contratos sofrem variação, onde a entrega da própria geração pode ser negociada com a contraparte (CCEE, 2022e).

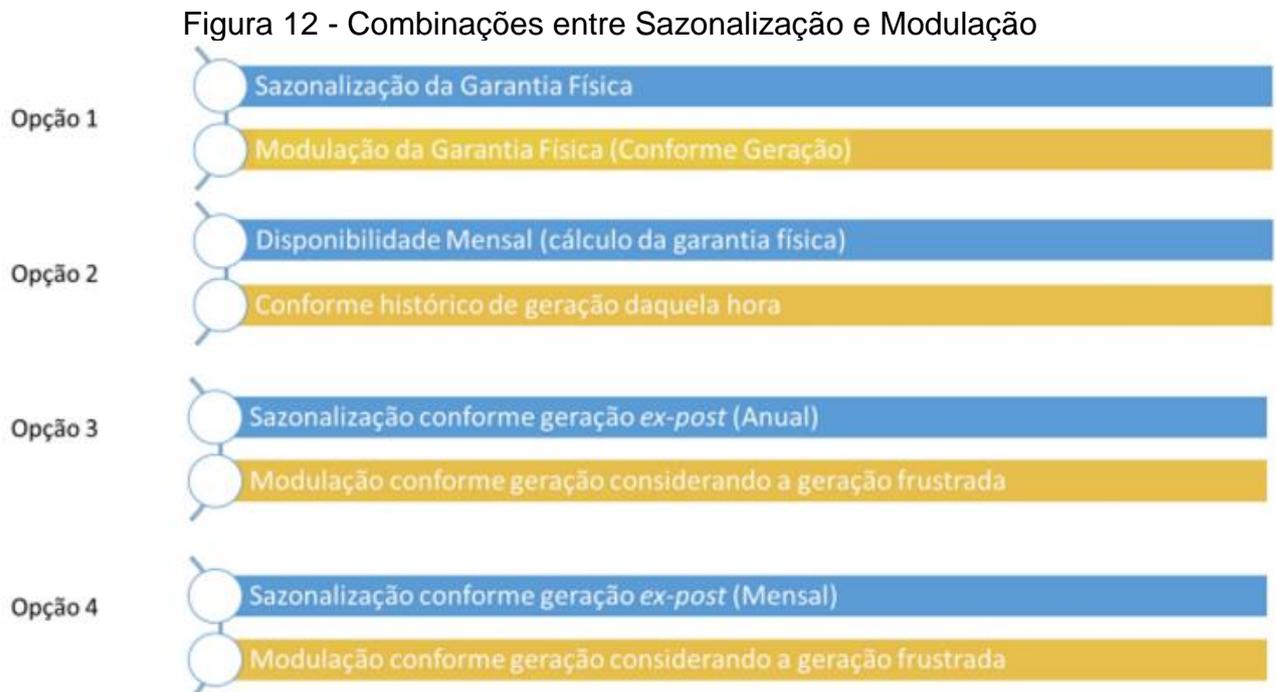
Avaliada todas as questões com relação à energia contratada e levantada a necessidade de determinação da sazonalização e modulação da energia, a CCEE levantou diferentes alternativas para determinar o valor horário da energia contratada, conforme Figura 11 (CCEE, 2022e).

Figura 11 - Possibilidades de sazonalização e modulação da energia contratada.



Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

Com tais alternativas, foram levantadas quatro combinações possíveis entre Sazonalização e Modulação, presentes na Figura 12, das quais serão discutidas ao longo do descritivo de alterações.



4.4.1.1 **Opção 1: Sazonalização da Garantia Física + Modulação da Garantia Física (conforme geração)**

A primeira opção foi construída utilizando as definições de sazonalização e modulação da Garantia Física que são estabelecidas pelas Regras de Comercialização vigentes. O agente é quem faz a sazonalização de Garantia Física no final do ano anterior, mas para os casos em que o agente não declara, é adotada a sazonalização *flat*, onde a Garantia Física é dividida de acordo com o percentual de geração naquele momento. No caso de contratos de venda (ACL e CCEARs), a sazonalização da Garantia Física é utilizada para atendimento de lastro, levando em consideração a média móvel de 12 meses. No caso dos CCEARs, como os mesmos possuem sazonalização de energia contratada *flat*, caso o agente não deseje utilizar a média móvel, o mesmo deve utilizar uma sazonalização de Garantia Física *flat*, pelo menos para o montante de venda no ACR. Existem outras situações em que pode ser

utilizada a média móvel concentrando a sazonalização no segundo semestre, conforme o exemplo da Figura 13 (CCEE, 2022e).

Figura 13 - Exemplo de sazonalização de Garantia Física

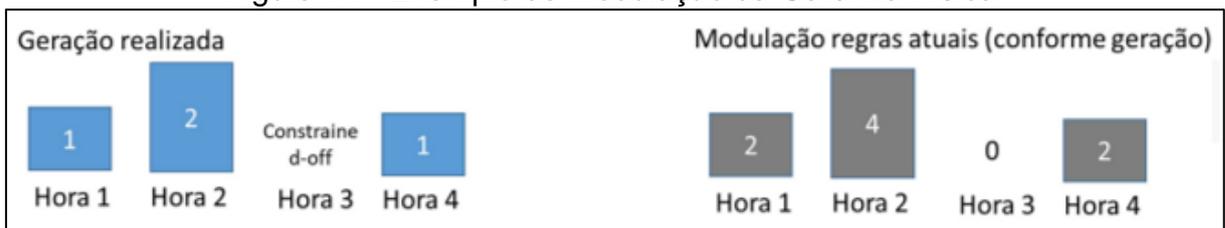


Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

O problema levantado por essa estratégia, é que caso tenha ocorrido algum evento de *Constrained-off* no primeiro semestre, o mesmo não pode ser reconhecido, mesmo havendo vendas no período (CCEE, 2022e).

No caso da modulação da Garantia Física, a mesma é realizada de acordo com a Regra de Comercialização, onde o valor mensal (de sazonalização) é dividido proporcionalmente a curva de geração realizada no mês, na Figura 14 é colocado como exemplo um caso simplificado, considerando que um mês possui quatro horas e que este mês possui uma sazonalização de 2 MW (CCEE, 2022e).

Figura 14 - Exemplo de modulação da Garantia Física



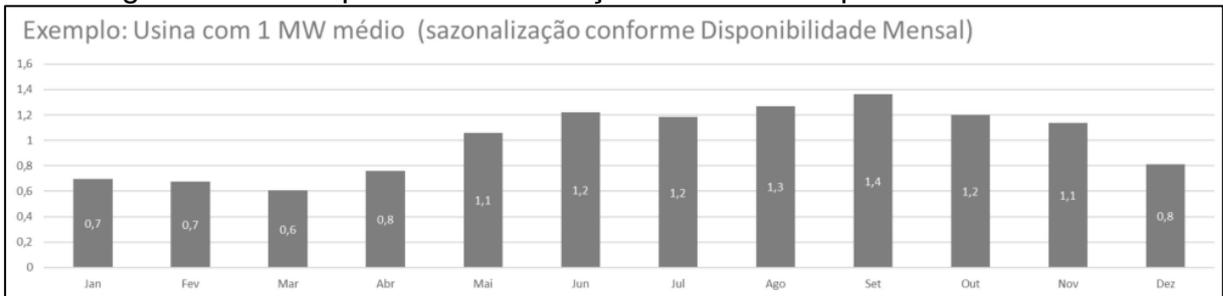
Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

Na hora 3 houve um evento de *Constrained-off* do qual não foi registrada geração naquele período, sendo assim, utilizando a modulação de acordo com a Regra de Comercialização, o valor de energia contratada naquela hora seria zero, causando o não recebimento de encargos. Neste caso, uma solução possível é utilizar a geração frustrada na hora 3 na curva de geração. A CCEE (CCEE, 2022e) destaca que essa solução é utilizada na opção 3 e 4 e poderia também ser utilizada na opção 2 (CCEE, 2022e).

4.4.1.2 Opção 2: Disponibilidade mensal (cálculo da Garantia Física) + Modulação conforme histórico daquela hora

Na opção 2 a sazonalização da energia contratada, que é equivalente a Garantia Física, é realizada conforme Disponibilidade Mensal, da qual consta no cálculo da Garantia Física da usina. Na Figura 15 consta um exemplo no qual a usina possui uma Garantia Física de 1 MW, e a sazonalização segue a curva teórica de entrega da usina, onde nos casos das eólicas, os valores mensais tendem a ser maiores no segundo semestre (CCEE, 2022e).

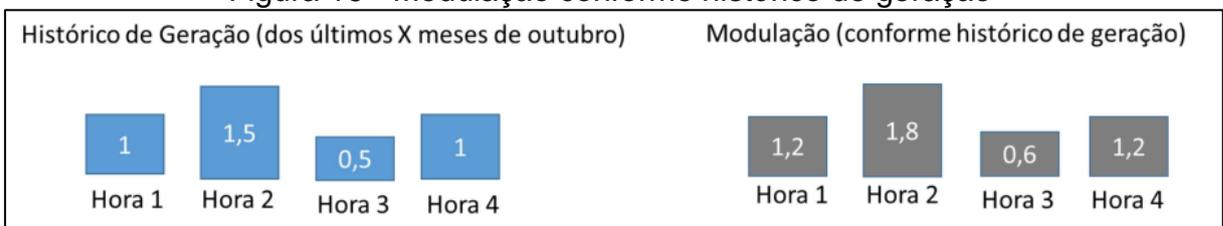
Figura 15 - Exemplo de sazonalização conforme Disponibilidade Mensal



Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

No caso da modulação, é realizada a curva de geração de acordo com o histórico de geração dos anos seguintes, onde a quantidade de anos pode ser definida regulatoriamente. Utilizando como exemplo o mês de outubro, onde a sazonalização é de 1,2 MW, a modulação seria definida conforme Figura 16 (CCEE, 2022e).

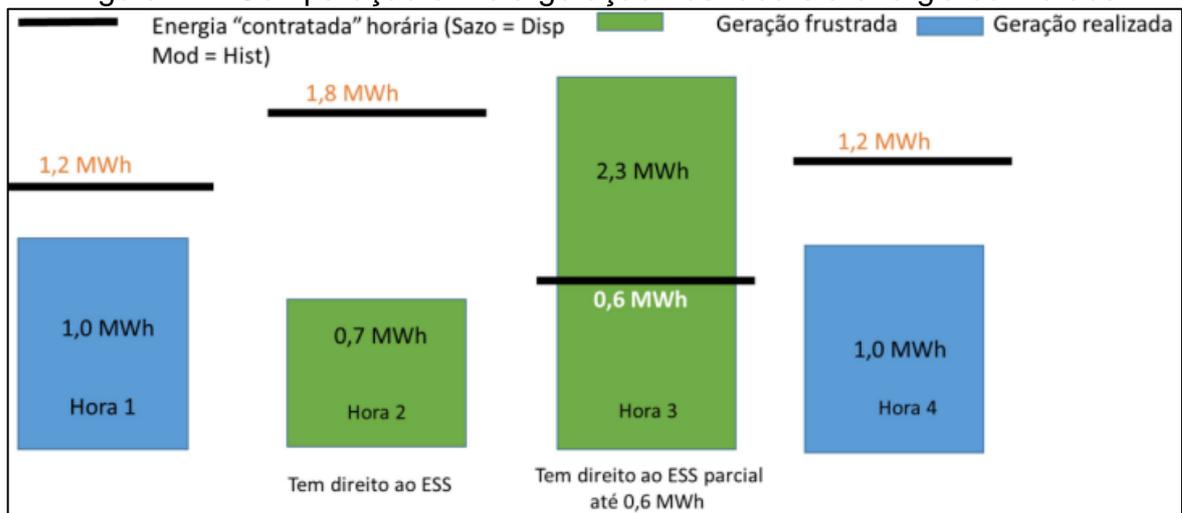
Figura 16 - Modulação conforme histórico de geração



Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

Neste caso, utilizando como exemplo uma ocorrência de restrição nas horas 2 e 4, é possível observar o seguinte comportamento mostrado na Figura 17 (CCEE, 2022e).

Figura 17 - Comparação entre a geração frustrada e a energia contratada



Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

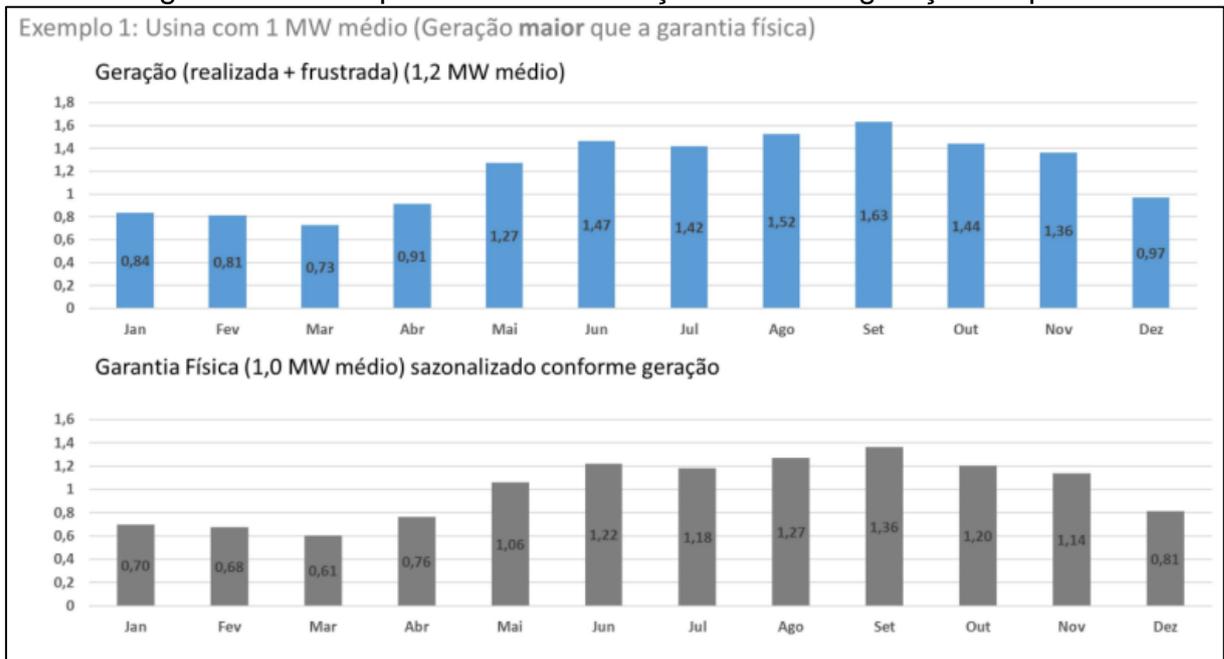
Com a metodologia apresentada, a usina teria um limite máximo de energia contratada horária, ou seja, teria uma limitação no montante a ser ressarcido com relação ao contrato regulado, no total seriam reconhecidos apenas 1,3 MWh, o que não atenderia a necessidade de 2 MWh da usina (CCEE, 2022e).

4.4.1.3 Opção 3: Sazonalização conforme geração ex-post (anual) + Modulação conforme geração considerando geração frustrada

No caso da opção 3, a modulação seria definida conforme opção 1, mas utilizando o ajuste de considerar a geração frustrada na curva de geração (CCEE, 2022e).

Já a sazonalização, deixa de ser realizada ex-ante (final do ano anterior) pelo agente e passa a ser determinada ex-post pela própria regra no final do ano civil. Foram explorados dois casos de sazonalização pela CCEE, um quando o agente atende a Garantia Física anual (Figura 18) e outro quando não atende (Figura 20), em ambos os casos a geração verificada mais a geração frustrada são utilizadas para fins de sazonalização (CCEE, 2022e).

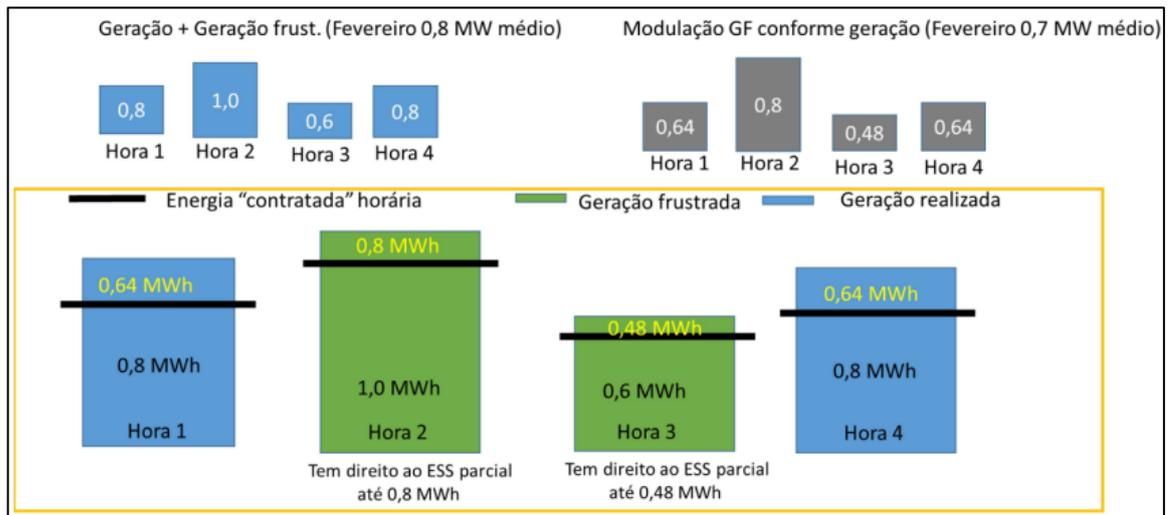
Figura 18 - Exemplo 1 de sazonalização conforme geração ex-post



Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

O primeiro exemplo considera o caso em que a geração é maior que a garantia física, neste caso a curva de Garantia Física terá a característica de ser sempre menor que a geração, como na Figura 18. Ao realizar a modulação da energia contratada, é possível observar que o limite modulado (horário) sempre será menor que a frustração de energia, como mostra a Figura 19, onde se tem como exemplo o mês de fevereiro, onde o mesmo teve a soma da geração e geração frustrada igual a aproximadamente 0,8 MWm, enquanto a garantia física no mesmo mês ficou em aproximadamente 0,7 MWm, isso causou uma limitação no recebimento do *Constrained-off* nas horas 2 e 3 em cerca de 80% (CCEE, 2022e).

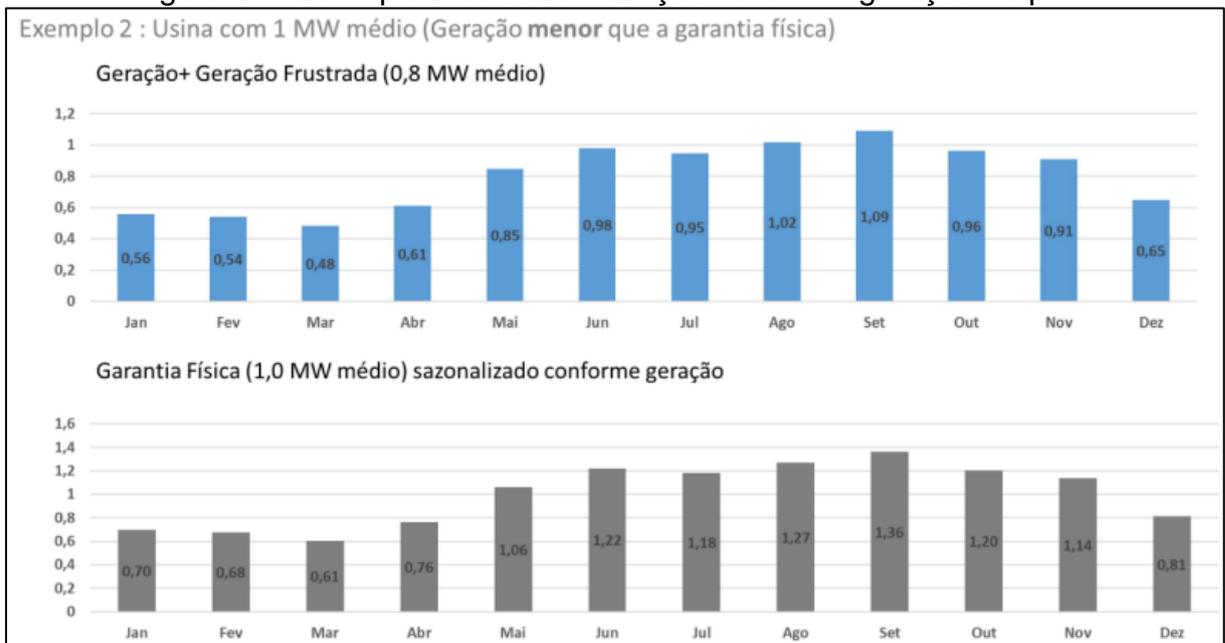
Figura 19 – Exemplo 1 de modulação conforme geração considerando a geração frustrada



Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

O segundo exemplo é quando a Garantia Física é maior que a geração de energia, neste caso, os valores mensais de Garantia Física ficam maiores que a geração, mas seguindo a curva característica, como mostra a Figura 20 (CCEE, 2022e).

Figura 20 - Exemplo 2 de sazonalização conforme geração ex-post

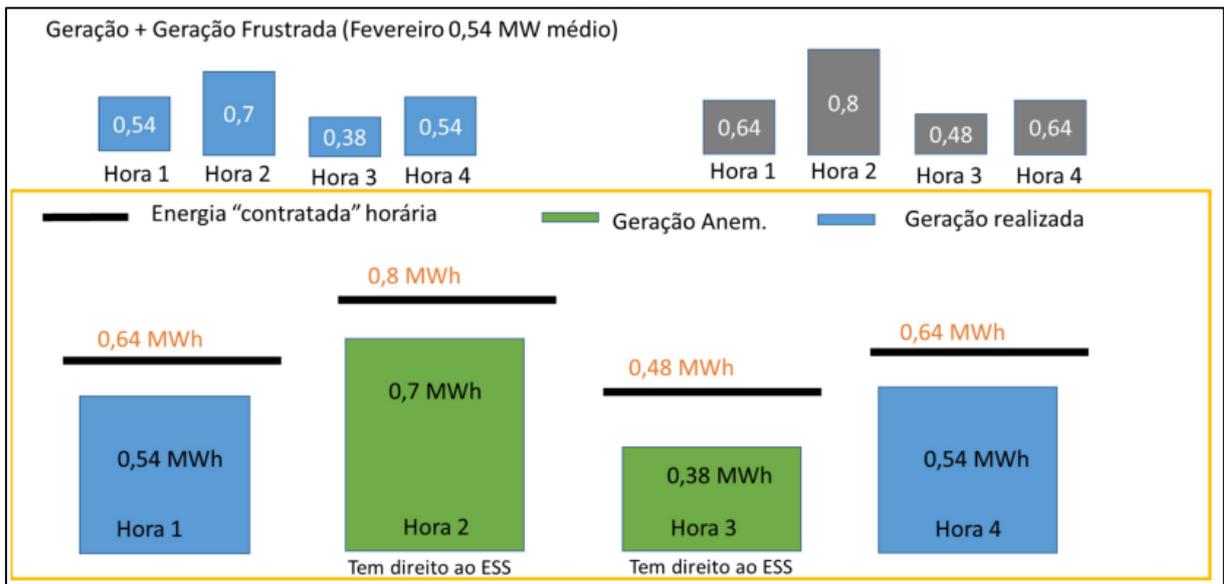


Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

No caso do exemplo 2, quando aplicada a modulação, a energia contratada horária sempre será maior que a geração ou geração frustrada, sendo assim, ao final

do ano, quando o agente não atender seu compromisso, ele terá direito a receber toda a geração frustrada por *Constrained-off*, a Figura 21 mostra a modulação (CCEE, 2022e).

Figura 21 - Exemplo 1 de modulação conforme geração considerando a geração frustrada



Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

A proposta 3 possui seus pontos positivos, mas na questão operacional ela não possui vantagens, visto que toda a análise será feita apenas ao final do ano, assim como o pagamento do encargo, que seria anual, isso leva a uma incerteza quanto ao pagamento, o que prejudicaria o agente gerador e o agente consumidor. Além disso, também pode haver recontabilização dos valores a serem pagos pelo ressarcimento da geração frustrada reconhecida, da qual deve refletir nas compensações internas do contrato e tal ressarcimento é realizado nos meses referentes ao meio do ano, isso geraria impactos tanto para a CCEE quanto para os agentes (CCEE, 2022e).

4.4.1.4 Opção 4: Sazonalização conforme geração ex-post (mensal) + Modulação conforme geração considerando a geração frustrada

Visto o problema identificado na opção 3, do ressarcimento ser no final do ano de apuração, a opção 4 vem como uma solução para tal problema, onde a mesma sugere que a sazonalização continue ocorrente de forma ex-post, porém com integralização mensal, ou seja, no final de cada mês, serão apurados os

ressarcimentos equivalentes aquele mês. Neste caso, a sazonalização mensal será igual a geração mensal, até que a geração anual atenda a Garantia Física anual, desta forma, a partir do momento em que atingir a Garantia Física anual, não haverá mais energia contratada, eliminando assim a reconhecimento (CCEE, 2022e).

A Figura 22 mostra como é realizada a sazonalização, no caso do exemplo, se trata de uma usina de 8760 MWh/ano, onde até o mês de outubro a garantia física mensal seguiu o mesmo valor da geração frustrada + realizada, mas em novembro restou apenas 500 MWh/ano de GF e a geração foi de 700 MWh/ano, sendo assim, em novembro a usina receberia *Constrained-off* limitado ao montante mensal de GF e em dezembro a usina não receberia mais Garantia Física mensal então não poderia mais receber *Constrained-off* (CCEE, 2022e).

Figura 22 - Modulação conforme geração considerando a geração frustrada



4.4.1.5 Comparativo entre as propostas

A Figura 23, extraída do descritivo de alterações da CCEE, mostra o comparativo de propostas realizado pela mesma, onde foram levantados os pontos positivos e negativos de cada opção sugerida.

Figura 23 - Tabela realizada pela CCEE para comparação das propostas apresentadas pela mesma

	Opção 1 – Sazo GF e modulação geração	Opção 2 – Sazo Disponibilidade e modulação histórico	Opção 3 – Sazo e modulação realizada ex-post (ao final do ano)	Opção 4 – Sazo e modulação realizada ex-post (mensal)
✓ Prós	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não há impacto no fluxo de caixa dos agentes (encargo consolidado no mês) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não há impacto no fluxo de caixa dos agentes (encargo consolidado no mês) ✓ Informações baseadas em lastro "físico" da usina 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não há interferência da sazonalização e modulação do contrato ✓ Garante resultado similar ao resultado atual para o ACR (com diferenças entre ano contratual e ano civil) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não há impacto no fluxo de caixa dos agentes (encargo consolidado no mês) ✓ Não há interferência da sazonalização e modulação do contrato ✓ Garante resultado similar ao resultado atual para o ACR (com diferenças entre ano contratual e ano civil)
x Contras	<ul style="list-style-type: none"> x Haverá diferença entre o declarado; (fins de lastro) e realizado (geração); x Não há definição ou aplicação da sazonalização e modulação para o contrato no ACR; x Poderá haver limitação da energia reconhecida mesmo que seja necessária para atenuar o ressarcimento 	<ul style="list-style-type: none"> x Haverá diferença entre a referência (para fins de GF) e realizado (geração); x Não há definição ou aplicação da sazonalização e modulação para o contrato no ACR x Poderá haver limitação da energia reconhecida mesmo que seja necessária para atenuar o ressarcimento 	<ul style="list-style-type: none"> x Não é observada a sazonalização e modulação da venda no ACL; x Fluxo de caixa dos agentes x Necessidade de recontabilização devido ao ajuste anual (MCP,ER e RV) 	<ul style="list-style-type: none"> x Não é observada a sazonalização e modulação da venda no ACL; x Tendência de não haver pagamento apenas no final do ano x A geração reconhecida mais a geração realizada pode ser maior que a GF ao final do ano

Fonte: Descritivo de Alterações CCEE

Após todo o comparativo, a CCEE define como proposta de Regra de Comercialização à Consulta Pública, a opção 4, visto que: i) definir a sazonalização de forma ex-ante (opção 1 e 2) acarreta riscos para o gerador por limitar o recebível necessário para atendimento da energia contratada; ii) dificuldade operacional e grande incerteza de se realizar uma verificação anual (opção 3); e iii) a necessidade de retirar efeitos de sazonalização e modulação da energia contratada que não estavam definidos em contratos (opção 3) (CCEE, 2022e).

4.4.2 Sugestão dos agentes com relação à energia contratada

A BW Guirapá I (BWG, 2022) demonstra sua preocupação com a aplicação das Regras de Comercialização relativas ao *Constrained-off* nos Contratos de Energia de Reserva. Segundo a BWG, analisando a opção 4 fornecida pela CCEE, onde a geração frustrada passível de ressarcimento por *Constrained-off* é limitada pela energia contratada anual, essa limitação anual não vai de encontro as condições explícitas dos Leilões de Energia de Reserva (4º LER), visto que nos contratos de leilões, é prevista uma contabilização quadrienal da energia contratada. Outro ponto de destaque nesse tipo de contrato são os desvios de 10% à menos ou até 30% a mais

do valor contratado anual que são aceitos nos três primeiros anos do quadriênio, sem causar penalidades aos agentes.

Sendo assim, a BWG (BWG, 2022) sugere que nos casos das usinas pertencentes ao CER (4º LER) e que possuem editais com as características citadas acima, seja realizada a contabilização da Geração Frustrada por *Constrained-off* utilizando toda a energia resultante da soma da geração realizada com a geração frustrada, até que atinja a energia contratada quadrienal. A BWG (BWG, 2022) também sugere que nos 3 primeiros anos seja contabilizada a soma da Geração realizada com a geração frustrada até que atinja os 30% a mais do valor da energia contratada anual.

A Companhia Paranaense de Energia (COPEL, 2022) traz sugestões no que se refere as usinas eólicas que comercializam energia em Leilões de Energia Nova e/ou Leilão de Fontes Alternativas, onde tais usinas podem sofrer revisão do montante de garantia física nos termos da Portaria nº 416/2015. Dessa maneira, tais usinas podem ter seus montantes de Garantia Física atualizados para valores inferiores aos montantes comercializados nos leilões.

A COPEL (COPEL, 2022) destaca que, segundo informações disponíveis pela CCEE e a ANEEL, existem cerca de 40 empreendimentos que se enquadram nessa situação, sendo assim, a COPEL pontua não ser razoável limitar a geração frustrada passível de ressarcimento de *Constrained-off* ao montante de garantia física. Deste modo, é proposto que seja aceita a adoção da energia contratada no processo de sazonalização da geração, com a seguinte adequação no texto que compõe a página 16 do Descritivo de Alterações da CCEE:

“De forma a não ocasionar os impactos mencionados na opção 3, foi elaborada uma quarta opção, no qual a sazonalização também ocorreria ex-post, entretanto de forma mensal, e a forma de modulação seria mantida. Em termos gerais, a sazonalização mensal irá definir que o valor mensal será igual a geração mensal, até que eventualmente a geração anual atenda a Garantia Física ou Energia Contratada anual (o que for maior), assim desse ponto em diante não haveria mais energia contratada.” (COPEL, 2022, p.11).

A EDF-Renováveis (EDFR, 2022) entende que a opção 3 seria a melhor entre todas, pois se encaixaria melhor na própria REN 927/21, que leva em consideração que os eventos de *Constrained-off* ocorrem de maneira não prevista. Tendo em vista a dificuldade operacional levantada pela CCEE na opção 3, a EDF-RE indica que nos casos de usinas comprometidas com CCEAR ou CER, a determinação da energia

contratada poderia ser realizada anualmente (ex-post) após o fim do ano contratual e não ao fim do ano civil, dessa forma não iria necessitar de recontabilização dos valores para fins de ressarcimento. Além do mais a EDF-RE sinaliza que a proposta pode ser melhor estudada para contornar as dificuldades operacionais.

A EDF-RE (EDFR, 2022) destaca que a opção 4 não é viável, uma vez que ela vai contra a natureza do *Constrained-off*, que é algo sem previsão, pode ser que ocorra mais eventos de *Constrained-off* ao final do ano, e com a limitação imposta pela opção 4, de que a frustração é reconhecida até o momento em que atinge a garantia física anual, os ressarcimentos devido as restrições ao final do ano são afetados.

A OMEGA Energia (OMEGA, 2022) também traz sua sugestão referente ao Descritivo de Alteração, a mesma salienta que tanto a GF como os contratos de energia regulados, possuem horizontes de longo prazo, a GF por exemplo, proposta pela Consulta Pública como limitador do ressarcimento, representa uma expectativa de geração eólica ao longo de vinte anos, mesmo que ocorra variação anual com relação à média.

Sendo assim, a OMEGA (OMEGA, 2022) reconhece que mesmo a opção 4 sendo levantada como a mais adequada dentre as opções, ela necessita de ajuste no que se refere a limitação anual, onde o limite volumétrico para ressarcimento seja definido através da Garantia Física de 20 anos, de forma que a geração frustrada não seja restringida até que a expectativa de geração no longo prazo seja atingida.

Outro ponto levantado pela OMEGA, são os casos de usinas que possuem contratos quadrienais, onde a mesma propõe que mesmo sendo mantido o reconhecimento anual, deve-se considerar a energia frustrada que não foi ressarcida pela limitação da GF anual para os próximos anos do quadriênio. Como justificativa para tal sugestão, a OMEGA reforça que a motivação dos contratos quadrienais existem é de que seja possível considerar as oscilações anuais de geração de energia. Em resumo, citando como exemplo, um empreendimento pode ter bons ventos no primeiro ano do quadriênio, o que acaba não obtendo ressarcimento total pelas restrições sofridas, pois superou o teto estabelecido, mas nos anos seguintes pode ser que a geração do empreendimento não foi favorável, o que leva ao descumprimento do montante quadrienal, nestes casos, a energia frustrada não reconhecida nos anos anteriores deveria ser utilizada para fins de atendimento ao montante quadrienal (OMEGA, 2022).

A Statkraft Energias Renováveis por sua vez também realizou sua contribuição a respeito do presente tópico (STATKRAFT, 2022), nela a Statkraft sinaliza concordar com a CCEE no que diz respeito a estabelecer a energia contratada (Econt) como sendo a Garantia Física, destacando o fato de que algumas usinas contratam sua energia em Ambientes de Contratação diferentes, de forma parcial, então o ressarcimento precisa contemplar a Garantia Física como um todo para posteriormente dividir de acordo com o percentual de comprometimento em cada ambiente.

A Statkraft destaca dois pontos principais em que concorda na opção 4, da qual a CCEE indicou ser a melhor, o primeiro é a vantagem de definir o Econt de maneira mensal, sem precisar aguardar o final do ano civil e o segundo ponto é o de que a proposta permite desvincular a característica física da sazonalização da Econt ao comercial utilizado no gerenciamento do lastro de venda (STATKRAFT, 2022).

Um ponto negativo e bem discutido pela Statkraft é o fato de que a opção 4 limita o recebimento de encargos ao final do ano civil, uma vez que não serão permitidos ressarcimentos a partir do momento em que a soma da geração realizada e a geração frustrada ultrapassar a Garantia Física, segundo o agente, tal limitação vai contra o que consta na REN 927/2021, onde é estabelecido um valor mínimo de horas que o empreendimento precisa somar de geração frustrada para que passe a ter o direito ao ressarcimento devido ao *Constrained-off*. Na maioria das vezes a usina eólica não alcança a quantidade mínima de horas para recebimento de ressarcimento nos primeiros meses do ano, e a opção 4 de sazonalização pode acabar prejudicando mais ainda os empreendimentos, pois quando alcançarem a quantidade mínima de horas e estiverem aptos a receber os encargos, o empreendimento já pode ter alcançado o limite de Garantia Física em geração frustrada (STATKRAFT, 2022).

Dessa forma, a Statkraft sugere que:

“a Opção 4 seja adequada de modo que a sazonalização da Econt assumam valores iguais ao somatório da geração verificada com a geração frustrada apenas a partir do mês em que é excedida a franquia de horas para aquele ano civil. Para os meses anteriores ao atingimento desse marco, a Econt sazonalizada deve ser igual a zero” (STATKRAFT, 2022, p.5).

A Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEOLICA, 2022) e a Serveng Energias Renováveis (SERVENG, 2022) realizaram a mesma sugestão que a Statkraft, com os mesmos pontos negativos e positivos.

4.4.3 Limite de indisponibilidade de transmissão sem direito ao *Constrained-off*

No Item 1.1 do Descritivo de Alterações da CCEE, a mesma apenas reforça o que é mencionado na REN 927/2021 (atual REN 1030/2022), onde diz que apenas os eventos de restrição de transmissão ocasionados por motivos externos de origem elétrica e que ocorreram após as primeiras 78 horas de indisponibilidade de transmissão no ano civil (valor atualizado anualmente) tem direito ao reconhecimento. Sendo assim, segundo a CCEE, as Regras de Comercialização estarão preparadas para receber as informações de indisponibilidade de transmissão, por usina, acumulando o valor anual e considerando a geração frustrada após o atingimento do limite regulatório (CCEE, 2022e).

4.4.4 Sugestão dos agentes com relação ao limite de indisponibilidade de transmissão sem direito ao *Constrained-off*

Com relação a este tema em específico, a COPEL destaca o §2º do art. 4º da REN 927/2021:

“§2º O pagamento de ESS é devido somente nas situações em que a soma dos tempos, acumulados desde o início do ano civil, de restrição de operação por Constrained-off da respectiva usina ou conjunto de usinas eólioelétricas, classificada como razão de indisponibilidade externa, conforme inciso I do art. 2º, superar 78h (setenta e oito horas).” (COPEL, 2022, p.3).

Desse modo, a COPEL diz entender que a partir do momento em que o agente de geração somar 79 horas de restrição, o mesmo receberá o ressarcimento pelas 79 horas e não somente a partir da 78ª hora. Mas em contrapartida, a COPEL (COPEL, 2022) destaca que no caderno de “Descritivo de Alterações” a CCEE escreve o seguinte texto:

“Inicialmente é apurado o acumulado da indisponibilidade de transmissão ao longo do ano, para cada hora, de forma que somente será considerada a geração de referência para fins de ESS, a partir do momento em que a indisponibilidade acumulada superar o limite regulatório. (Linhas de Comando 66 a 69).” (COPEL, 2022, p.4).

Portanto, a COPEL sinaliza como ponto de atenção a maneira como a CCEE descreve esta etapa do pagamento de ressarcimento, levando a entender que tal pagamento irá ocorrer apenas a partir do momento em que a indisponibilidade supere

o limite regulatório, dessa forma a COPEL sugere que a frase seja reformulada da seguinte maneira:

“Inicialmente é apurado o acumulado da indisponibilidade de transmissão ao longo do ano, para cada hora, de forma que somente será considerada a geração de referência para fins de ESS, a partir de momento em que a quando a indisponibilidade acumulada superar o limite regulatório. (Linhas de Comando 66 a 69).” (COPEL, 2022, p.11).

Em paralelo a isso, a Statkraft reforça seu entendimento a respeito do tópico “Determinação da Energia Contratada” estudado anteriormente, a empresa enfatiza que as restrições ocasionadas no início do ano civil não tem direito ao ressarcimento por *Constrained-off* até que atinjam as 78 horas, que somente as restrições ocasionadas a partir deste marco serão ressarcidas, o que leva ao ponto destacado pela empresa a respeito da opção 4 da determinação da energia contratada (STATKRAFT, 2022).

Por último, a Serveng Energias Renováveis S.A. propõe apenas que o valor atualizado do Limite de Indisponibilidade Regulatório seja divulgado anualmente em ato regulatório pelo ONS, ANEEL ou CCEE, para que seja de conhecimento amplo dos agentes do setor (SERVENG, 2022).

4.5 DISCUSSÕES

No presente capítulo serão avaliadas as sugestões das empresas com relação aos Cadernos de Regras de Comercialização, onde será verificado se existe similaridade entre a opinião de cada empresa e se as sugestões são válidas de acordo com o estudado ao longo do trabalho.

4.5.1 Do Caderno de Receita de Venda de CCEAR

No Caderno de Receita de Venda de CCEAR houveram duas sugestões importantes vindas da ABEEOLICA (ABEEOLICA, 2022b) e a CHESF (CHESF, 2022), ambas evidenciaram a mesma preocupação e sugestão de melhoria. Segundo as empresas, o Caderno não prevê, nos contratos de CCEAR por Disponibilidade ocorridos antes de 2016, a utilização dos montantes de energia frustrada não reconhecidos em um ano e também da geração excedente, para consideração no ano

seguinte pertencente ao quadriênio. As empresas veem isso como algo importante a se considerar, pois a proposta de contratos quadrienais é justamente promover segurança ao agente gerador.

Foi analisado todo o capítulo 2.2.1 do Caderno, citado pelas empresas, e em nenhum momento foi evidenciado se haveria a possibilidade de apurar, nos anos seguintes pertencentes ao quadriênio, a energia frustrada e geração excedente em um ano. Tal tema é discutido de maneira semelhante em outras sugestões de empresas referentes a outros Cadernos, o que levanta um ponto de atenção a respeito da necessidade de uma análise mais aprofundada à respeito.

4.5.2 Do Caderno de Contratação de Energia de Reserva

No presente Caderno, a COPEL (COPEL, 2022) sinalizou uma preocupação semelhante a levantada pela ABEEOLICA (ABEEOLICA, 2022) e CHESF (CHESF, 2022) no Caderno de Receita de Venda de CCEAR, a COPEL levanta como ponto de atenção a não consideração dos montantes de energia frustrada não reconhecida nos anos pertencentes ao quadriênio, na apuração quadrienal. A mesma sugere que essa consideração seja feita através de uma simples alteração algébrica. Essa sugestão apenas reforça a necessidade de um olhar mais atento à essa questão por parte da CCEE/ANEEL, uma vez que afeta mais de um Caderno e várias empresas sinalizam a mesma preocupação.

4.5.3 Do Caderno de Encargos

No Caderno de Encargos houveram algumas sugestões apenas de alterações na escrita do texto e fórmulas, que não mudam o sentido do exposto, mas tais sugestões são válidas, uma vez que facilitam o entendimento por parte do leitor e evitam interpretações distorcidas.

Outras sugestões importantes são com relação ao tópico 3.2.3 do Caderno, que se refere ao Detalhamento da Energia Contratada, a CCEE (CCEE, 2022d) sugere que para usinas que não pertençam ao CER, seja utilizada a soma anual de todos os contratos de venda da usina no ambiente regulado e não apenas a quantidade anual de um contrato, a GALP (GALP, 2022) também sugere o mesmo,

com a justificativa de que a energia vendida no ano, deve ser igual a, no mínimo, a soma da energia presente em todos os contratos da usina no período de um ano.

Ainda se referindo as usinas que não pertencem ao CER, a GALP (GALP, 2022) sugere que o total de garantia física anual seja calculado considerando o número de horas do ano de apuração, assim refletindo sua disponibilidade em anos bissextos e seguintes. Outra sugestão vinda da GALP (GALP, 2022) também, ainda sobre usinas não comprometidas com CER, é de que na apuração das perdas médias da rede básica no ano anterior, seja utilizada apenas as horas em que a usina esteve em operação comercial.

É possível observar que as sugestões tiveram o intuito de acrescentar detalhes que servem como melhoria ao que já tem descrito no Caderno, nenhuma sugestão fugiu do proposto, todas são vistas como válidas a se avaliar, uma vez que possuem embasamento teórico.

4.5.4 Do Descritivo de Alterações da CCEE

4.5.4.1 *Determinação da energia contratada*

A COPEL (COPEL, 2022) sinaliza ser inviável restringir o reconhecimento da energia frustrada ao montante de garantia física da usina, uma vez que isso seria prejudicial as usinas que comercializam em leilões de energia nova e/ou leilão de fontes alternativas, pois as mesmas podem ter seus montantes revistos, onde o valor da garantia física pode sofrer redução ou aumento com relação ao comercializado. A COPEL (COPEL, 2022) destaca o fato de existir cerca de 40 empreendimentos que se encaixam nessa condição. Como sugestão, foi levantada a possibilidade de alterar o texto do Descritivo de Alterações, de maneira que a limitação seja dada pela garantia física ou energia contratada anual (a que for maior).

No Descritivo, a CCEE sinalizou a existência de vários tipos de ambiente de contratação de energia no mercado, e sinalizou “... a CCEE entende que a energia contratada pode ser definida de forma única, independente do ambiente em que a usina está contratada, sendo equivalente a Garantia Física, com algumas exceções.” (CCEE, 2022e). Após isso, a CCEE explorou alguns cenários, mas não abordou o cenário exposto pela COPEL, desta maneira, vale analisar o exposto e estudar uma

melhoria que abranja todos os ambientes de contratação existentes no mercado, sem exceção.

A EDF Renováveis (EDFR, 2022) foi a única empresa que realizou alguma sugestão com relação a opção 3 de sazonalização e modulação, a empresa destacou que a opção 3 seria a melhor entre todas, por ir de encontro a característica do *Constrained-off*, de ser algo que ocorre de maneira imprevista. Como na opção 3 a CCEE levantou que a geração frustrada reconhecida irá refletir nas compensações internas ao contrato, gerando ressarcimento em meses no meio do ano (a depender do tipo de contrato da usina), causando assim a recontabilização dos valores e posterior impacto para CCEE e agentes, a EDFR (EDFR, 2022) sugere que a determinação da energia contratada anual ocorra de maneira ex-post ao final do ano contratual e não ao final do ano civil.

Tal sugestão feita pela EDFR necessita de um melhor estudo a respeito da viabilidade operacional, uma vez que é algo que pode interferir em diversos temas dentro das Regras de Comercialização, mas é uma opção interessante a ser estudada.

A opção 4 teve diversas sugestões, a primeira a ser destacada é a da empresa BWG, a mesma pontua o fato dos leilões de energia de reserva terem uma energia contratada quadrienal, com uma margem de energia contratada anual de 90% à 130% do valor contratado nos primeiros 3 anos do quadriênio, com isso, a BWG (BWG, 2022) sugere que seja feita a contabilização da geração frustrada por *Constrained-off* utilizando toda soma da geração realizada com a geração frustrada, até que atinja o valor da energia contratada quadrienal, e também que nos primeiros 3 anos seja levada em conta os 30% a mais que a usina pode gerar.

Assim como a sugestão trazida pela EDFR anteriormente, a sugestão da BWG precisa de um estudo operacional mais aprofundado, por ser uma alteração significativa, mas ao mesmo tempo pode ser visto como um adicional à proposta da CCEE, visto que é uma exceção que ocorre para usinas que possuem a característica de contratação quadrienal. Mas é preciso cuidado ao estudar tal proposta, pois o período é longo e pode ocorrer de chegar nos últimos anos do quadriênio sem o direito de receber o ressarcimento por já ter alcançado o limite da energia contratada. Sendo assim, para os contratos que utilizam de quadriênios, a melhor opção de sazonalização seria a opção 3, que é feita de forma ex-post, ao final do ano civil, o

que é vantajoso, uma vez que já possui a curva de geração como base para realização da sazonalização.

A OMEGA Energia (OMEGA, 2022) diz que a Garantia Física representa uma expectativa de geração ao longo de 20 anos, mesmo que ocorra variação anual de acordo com a média, e sinaliza que a opção 4 precisa de ajuste com relação à limitação anual, onde a mesma precisa ser definida de acordo com a Garantia Física de 20 anos, de forma que não haja restrição da geração frustrada até que se atinja o montante de 20 anos. Tal sugestão pode ser vista como algo radical, pois 20 anos é um período longo, além do mais, não foram encontrados documentos concretos com relação a revisão da Garantia Física de usinas eólicas, pelo que se percebeu, é um assunto que ainda vem sendo discutido devido a criação da REN 927/2021, tal tema será levado como sugestão de trabalhos futuros, visto sua complexidade.

Segundo a OMEGA (OMEGA, 2022), caso o sugerido acima não possa ser atendido, é necessário avaliar o caso de usinas que possuem contratos quadrienais, onde o montante de energia frustrada não reconhecida em um ano, devido à limitação da Garantia Física anual, seja levado em conta no ano seguinte, pois a proposta de se ter contratos quadrienais é de dar segurança ao agente. Esta segunda proposta da OMEGA vem de encontro ao que muitos agentes sugeriram ao longo da Consulta Pública, o que reforça a necessidade de um olhar mais atento por parte da CCEE e ANEEL com relação ao tema.

A respeito da opção 4, as empresas Statkraft (STATKRAFT, 2022), ABEEOLICA (ABEEOLICA, 2022b) e Serveng (SERVENG, 2022) realizam contribuições semelhantes, ambas pontuam que a REN 927/2021 (atual REN 1030/2022) estabelece um valor mínimo de horas de restrição que o empreendimento precisa somar para ter direito ao recebimento de ressarcimento devido ao *Constrained-off*. Na maioria das vezes o empreendimento não alcança o valor mínimo de horas nos primeiros meses do ano, e a opção 4 pode prejudicar mais ainda os empreendimentos, pois quando o empreendimento alcançar a quantidade mínima de horas para recebimento do ressarcimento o mesmo corre o risco de já ter alcançado o valor máximo de geração frustrada passível de reconhecimento.

Sendo assim, as empresas sugerem que a Econt seja igual a zero até que seja atingido o valor mínimo de horas para ressarcimento do *Constrained-off*, após isso, a mesma pode ser definida conforme a opção 4 sugere.

Tal assunto é importante de ser discutido, pois ao longo do trabalho foram observadas certas dificuldades das empresas em entenderem essa limitação de horas imposta pela Resolução, tal dificuldade será explanada no próximo tópico pertencente ao Descritivo de Alterações.

Por último, a EDFR (EDPR, 2022) apenas sinaliza que a opção 4 não condiz com a natureza do *Constrained-off*, pois não leva em conta sua imprevisibilidade, e que também a sazonalização proposta pode fazer com que as restrições ocorridas no final do ano não sejam reconhecidas, por já ter atingido o limite. Tal levantamento feito pela empresa EDFR é válido, tal cenário pode muito facilmente ocorrer, e também vai de encontro ao levantado pelas empresas Statkraft, ABEEOLICA e Serveng.

4.5.4.2 Limite de indisponibilidade de transmissão sem direito ao *Constrained-off*

Em tal tópico foram observadas diferentes interpretações a respeito do tema, a COPEL (COPEL, 2022) diz entender que, de acordo com a Resolução, a partir do momento em que o agente atingir o valor de 79 horas de indisponibilidade, o mesmo receberá o ressarcimento pelas 79 horas. Já, segundo a COPEL, o Caderno de Descritivo de Alterações diz que o agente receberá apenas da hora 79 em diante.

A Statkraft (STATKRAFT, 2022), de acordo com a sua sugestão no tópico anterior, demonstra entender que as usinas serão ressarcidas apenas da hora 79 em diante. Tais entendimentos vem da forma com que são escritos os textos em cada arquivo destacado, e causam uma certa dúvida nos agentes, com isso, é necessário adequá-los, pois é um tema importante. Mas vale destacar aqui que este valor mínimo de horas de indisponibilidade é calculado através de uma média móvel dos últimos 5 anos dos valores de referência de “indisponibilidades esperadas”, ou seja, a ANEEL estipulou essa quantidade mínima de horas pois entende que existe uma indisponibilidade esperada devido as instalações de transmissão. Dessa forma, o entendimento da empresa Statkraft está correto.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho iniciou com um estudo do *Constrained-off*, detalhando a Resolução Normativa 1030/2022 e as Notas Técnicas, visando ter um embasamento técnico para posterior análise da Consulta Pública 022/2022, da qual tem por objetivo a coleta de subsídios para aprimoramento das Regras de Comercialização que complementam a REN 1030/2022. A análise da Consulta teve como principal função o entendimento de como o tema “*Constrained-off*” está sendo discutido entre as empresas do setor de energia eólica.

No período de coleta dos dados (Notas Técnicas, Resoluções, entrevistas e etc), verificou-se que o tema é muito recente e que o mesmo vem passando por ajustes ao longo dos anos. Principalmente nas entrevistas, foi possível observar a dificuldade das empresas do setor em entender a Resolução e até mesmo uma dificuldade em suas sugestões de melhorias serem acatadas pelos órgãos reguladores. Deste modo, quando encontrada a Consulta Pública 022/2022 durante a pesquisa, a mesma foi vista como uma oportunidade de realizar o estudo aprofundado do que até então havia sido discutido em entrevistas individuais.

Através do estudo da Consulta Pública 022/2022 destaca-se diversas questões que são motivo de preocupação entre as empresas com relação às Regras de Comercialização que circundam o *Constrained-off*, dentre elas está a preocupação com contratos quadrienais, com usinas pertencentes aos diversos tipos ambiente de contratação, com a utilização ou não da Garantia Física para determinação da Energia Contratada, dentre diversos outros assuntos.

Foram observadas também algumas dificuldades de entendimento, por parte das empresas, a respeito de pontos específicos da Resolução e das Regras de Comercialização, como por exemplo, a quantidade mínima de horas de restrição para se ter direito ao ressarcimento devido ao *Constrained-off*, isso se dá, muito provavelmente, por falta de clareza e falta de organização dos documentos para acesso aos agentes.

Como já comentado anteriormente, o assunto de *Constrained-off* de eólicas é algo muito novo e com muita informação adjacente, é um tema que possui poucos estudos a respeito e com isso ainda é pouco conhecido por algumas empresas. A Consulta Pública trouxe essa discussão à tona e serve muito bem para mostrar como está sendo tratado o tema dentro das empresas do ramo de energia eólica.

Importante destacar que são necessárias discussões futuras a respeito das Regras de Comercialização, como por exemplo, um estudo de como abranger os diferentes tipos de contratos de comercialização que existem no setor da energia eólica, de forma a não prejudicar nenhuma geradora, realizar também um estudo a respeito dos contratos quadrienais, entre outros assuntos que precisam de maiores discussões.

Em todas as Consultas Públicas realizadas pela ANEEL, após o encerramento da mesma, é realizada uma Audiência Pública para discussão das sugestões levantadas e é disponibilizado um documento com uma análise das sugestões dos agentes, mas na CP 022/2022 isso não foi realizado até a data da publicação do presente trabalho, não se sabe ao certo o motivo, visto que a consulta fechou a cerca de um ano, mas serve como sugestão de trabalhos futuros a investigação e acompanhamento dos próximos passos da ANEEL à respeito da Consulta e também do tema como um todo, visto que existe muito o que ser discutido e aprimorado.

Ainda sobre sugestão de trabalhos futuros, a Garantia Física das usinas foi um tema muito comentado na CP 022/2022, e quando pesquisado à respeito do tema, foi possível observar a movimentação dos órgãos regulamentadores com relação a revisão da mesma de acordo com a REN 1030/2022, sendo assim, sugere-se um estudo de como a REN 1030/2022 pode afetar a revisão da Garantia Física das usinas eólicas.

Outra sugestão muito importante se refere ao estudo do *Constrained-off* de usinas fotovoltaicas, é um tema muito mais recente que o discutido nas usinas eólicas, do qual ainda está na fase de construção da Resolução Normativa, onde no final de 2022 foi lançada a Consulta Pública 048/2022 que tem como objetivo a coleta de subsídios para estabelecimento de procedimentos e critérios para apuração e pagamento de restrição de operação por *Constrained-off* de Centrais Geradoras Fotovoltaicas, da qual ainda não possui resultado apresentado pela ANEEL, sendo assim, é possível realizar uma pesquisa semelhantes a realizada no presente trabalho, ou até mesmo, caso já tenha a Resolução Normativa criada, realizar um trabalho que estude a mesma.

REFERÊNCIAS

ABEEOLICA. O setor: Desenvolvimento da eólica no Brasil. *In: Desenvolvimento da eólica no Brasil*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/energia-eolica/o-setor/>. Acesso em: 26 jun. 2023.

ABEEOLICA. CONTRIBUIÇÕES REFERENTES À CONSULTA PÚBLICA N. 022/2022. [S. l.], ano 2022, p. 1-16, 24 jun. 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_idDocumento=46924&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

ANEEL: RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 1.030, DE 26 DE JULHO DE 2022. 2022. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20221030.pdf>. Acesso em: 23 junho 2023

ANEEL. 11/05/2022. AVISO DE CONSULTA PÚBLICA Nº. 022/2022, [S. l.], 11 maio 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_idDocumento=46529&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 5 maio 2023.

BW GUIRAPÁ I. CONTRIBUIÇÕES REFERENTES À CONSULTA PÚBLICA N. 022/2022. ., [S. l.], ano 2022, p. 1-4, 20 jun. 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_idDocumento=46926&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

CCEE. 11/05/2022. **Regras de Comercialização:** Receita de Venda de CCEAR, [S. l.], 11 maio 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_idDocumento=46545&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

CCEE. 11/05/2022. **Regras de Comercialização:** Contratação de Energia de Reserva, [S. I.], 11 maio 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=46544&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsppPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

CCEE. 11/05/2022. **Regras de Comercialização:** Encargos, [S. I.], 11 maio 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=46543&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsppPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

CCEE. CONTRIBUIÇÕES REFERENTES À CONSULTA PÚBLICA N. 022/2022, [S. I.], ano 2022, p. 1-7, 24 jun. 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=46927&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsppPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

CCEE. 11/05/2022. **Regras de Comercialização:** Descritivo de Alterações, [S. I.], 11 maio 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=46542&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsppPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

CHESF. CONTRIBUIÇÕES REFERENTES À CONSULTA PÚBLICA N. 022/2022. [S. I.], ano 2022, p. 1-1, 22 jun. 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublic

aportlet_ideDocumento=46928&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

COPEL. CONTRIBUIÇÕES REFERENTES À CONSULTA PÚBLICA N. 022/2022. ., [S. l.], ano 2022, p. 1-12, 24 jun. 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=46929&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

CUNHA, Eduardo Argou; SIQUEIRA, Jair Antonio; NOGUEIRA, Carlos Eduardo; DINIZ, Anibal Mantovani. ASPECTOS HISTÓRICOS DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL E NO MUNDO. II **Seminário de engenharia de energia na agricultura**, Revista Brasileira de Energias Renováveis, p. 9, 30 nov. 2017.

EDFR. CONTRIBUIÇÕES REFERENTES À CONSULTA PÚBLICA N. 022/2022. ., [S. l.], ano 2022, p. 1-4, 24 jun. 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=46931&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

EPE: Anuário Estatístico de Energia Elétrica. 2023. – Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Fact%20Sheet%202023%20-%20Anu%3%A1rio%20Estat%3ADstico%20de%20Energia%20EI%3%A9trica.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

EPE: Anuário Estatístico de Energia Elétrica. 2022. – Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Fact%20Sheet%20-%20Anu%3%A1rio%20Estat%3ADstico%20de%20Energia%20EI%3%A9trica%202022.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

ESFERA ENERGIA : Dos primórdios ao Mercado Livre: a história da energia elétrica no Brasil < <https://esferaenergia.com.br/blog/fontes-de-energia/historia-energia-eletrica-brasil/>> Acesso em: 13 jun. 2023

GALP. CONTRIBUIÇÕES REFERENTES À CONSULTA PÚBLICA N. 022/2022. ., [S. I.], ano 2022, p. 1-7, 24 jun. 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=46932&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

MAGALHÃES, M.V. **Estudo de utilização da energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil**. 50p. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

OMEGA. CONTRIBUIÇÕES REFERENTES À CONSULTA PÚBLICA N. 022/2022. ., [S. I.], ano 2022, p. 1-5, 24 jun. 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=46935&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

ONS. 2021. **NT 0097/2021: MODELO DE ESTIMAÇÃO DAS CURVAS VENTO X POTÊNCIA PARA ESTIMAÇÃO DE ENERGIA FRUSTRADA**, [S. I.], 2021. Disponível em: https://sintegre.ons.org.br/sites/8/103/105/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc={93955709-3E46-4BF4-8344-B88AFB53435D}&file=NT%200097-2021%20-%20Modelo%20de%20Estima%C3%A7%C3%A3o%20das%20Curvas%20VxP%20para%20Estima%C3%A7%C3%A3o%20de%20Energia%20Frustrada.pdf&action=default. Acesso em: 26 jun. 2023.

ONS. 2022. **NT 0023/2022 - DADOS UTILIZADOS PARA ELABORAÇÃO DAS CURVAS VENTO X POTÊNCIA PARA A ESTIMAÇÃO DE ENERGIA FRUSTRADA**, [S. I.], 2022. Disponível em: https://sintegre.ons.org.br/sites/8/103/105/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc={FA28748D-A016-4CC9-8F64-46E86F751DDD}&file=NT%200023%202022-Dados_para_elabora%C3%A7%C3%A3o_das_Curvas_VxP%20para_Constrained-Off.pdf&action=default. Acesso em: 26 jun. 2023.

SERVENG ENERGIAS RENOVÁVEIS S.A. CONTRIBUIÇÕES REFERENTES À CONSULTA PÚBLICA N. 022/2022. ., [S. I.], ano 2022, p. 1-11, 24 jun. 2022. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-

2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=46937&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.

STATKRAFT. CONTRIBUIÇÕES REFERENTES À CONSULTA PÚBLICA N.

022/2022. ., [S. l.], ano 2022, p. 1-7, 24 jun. 2022. Disponível em:

[https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-](https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-)

[publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-](https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-)

2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=46938&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jsPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 13 jun. 2023.