

ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA GERAÇÃO

*Leilão de Contratação de Energia de Reserva - 2013
Metodologia de Contabilização da
Produção e Cálculo da Garantia Física de
Empreendimentos Eólicos*



Empresa de Pesquisa Energética

Ministério de
Minas e Energia





GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia

Ministro
Edison Lobão

Secretário Executivo
Márcio Pereira Zimmermann

**Secretário de Planejamento e
Desenvolvimento Energético**
Altino Ventura Filho

Secretário de Energia Elétrica
Ildo Grutner

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e
Combustíveis Renováveis**
Marco Antônio Martins Almeida

**Secretário de Geologia, Mineração e
Transformação Mineral**
Carlos Nogueira da Costa Júnior



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente
Mauricio Tiomno Tolmasquim

**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e
Ambientais**
Amilcar Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica
José Carlos de Miranda Farias

**Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e
Biocombustíveis**
Elson Ronaldo Nunes

Diretor de Gestão Corporativa
Alvaro Henrique Matias Pereira

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

Sede
SAN – Quadra 1 – Bloco B – Sala 100-A
70041-903 - Brasília – DF

Escritório Central
Av. Rio Branco, 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA GERAÇÃO

*Leilão de Contratação de
Energia de Reserva - 2013
Metodologia de Contabilização da
Produção e Cálculo da Garantia Física
de Empreendimentos Eólicos*

Coordenação Geral
Mauricio Tiomno Tolmasquim
José Carlos de Miranda Farias

Coordenação Técnica
Oduvaldo Barroso da Silva

Equipe Técnica
Giacomo Chinelli
Patricia Costa Gonzalez de Nunes
Pedro A. M-S. David
Simone Quaresma Brandão

Nº DEE-NT-020/2013-r0
Data: 06 de maio de 2013

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	06/05/2013	Publicação Original

1. Introdução

A viabilização econômica e financeira da produção da energia eólica no contexto regulatório do mercado brasileiro de energia elétrica trouxe a necessidade de um conjunto de regras específicas, apresentadas neste documento, que buscam atender aos seguintes objetivos:

- Comprometer o agente empreendedor com a efetiva produção da energia contratada;
- Minimizar o custo da energia, através da redução do custo financeiro dos empreendimentos pela mitigação da incerteza da receita da venda da energia;
- Incentivar a contratação eficiente do parque eólico; e
- Reduzir o risco de não atendimento do montante de energia contratado.

O objetivo de comprometimento do agente com a efetiva produção contratada é obtido pela contratação da produção eólica por quantidade e penalização da produção abaixo da energia contratada, considerando uma margem de tolerância.

A mitigação da incerteza da receita da venda da energia é buscada pela contabilização da produção média anual, com compensação inter anual de desvios positivos e negativos dentro de uma margem de tolerância, liquidada quadrienalmente.

A contratação eficiente da energia do parque eólico é buscada através de um pagamento diferenciado da produção acima da energia contratada e penalização da produção abaixo da energia contratada, considerando margens de tolerância para a produção a maior e a menor, em relação à energia contratada.

Os limites de tolerância dos desvios da produção em relação à energia contratada, o valor da penalidade dos desvios negativos e do pagamento do desvio positivo foram ajustados através da análise dos resultados de simulações da aplicação das regras de contabilização propostos.

A fim de mitigar o risco de a produção realizada ser menor do que a contratada, a garantia física - GF da geração eólica será calculada considerando o percentil de 10% (P90) da distribuição da sua produção anual certificada. Ao se estabelecer a GF como o P90 da distribuição da produção anual certificada, reduz-se o risco de não atendimento a 10%, aumentando a segurança do suprimento.

2. Metodologia de Contabilização da Produção

1. A produção eólica anual deverá ser apurada ao final de cada ano contratual, contabilizada¹ no centro de gravidade do submercado onde o empreendimento for conectado.

$$G_A = \sum_m (G_m - \Delta E_{g_m}) \dots\dots\dots (1)$$

Onde:

- ΔE_{g_m} : perdas na rede desde o ponto de conexão da eólica com o sistema até o centro de gravidade do submercado, em MWh;
- G_A : produção no ano findo, apurada no centro de gravidade do submercado, em MWh;
- G_m : produção mensal ocorrida no ano findo, apurada no ponto de conexão com a rede, em MWh;

2. O saldo dos desvios da produção anual em relação à obrigação contratual deverá ser acumulado ao longo de cada quadriênio. O saldo anual acumulado deverá ser limitado a uma margem inferior de 10% abaixo da obrigação contratual de produção do quadriênio corrente e a uma margem superior de 30% acima da obrigação contratual de produção do quadriênio corrente:

No final do 1º ano do quadriênio:

$$S_A = \text{máximo} \{ \text{mínimo} \{ S_{Q-1} + \Delta G_{A,r}, MS_Q \}, - MI_Q \} \dots\dots\dots (2a)$$

No final dos demais anos do quadriênio:

$$S_A = \text{máximo} \{ \text{mínimo} \{ S_{A-1} + \Delta G_{A,r}, MS_Q \}, - MI_Q \} \dots\dots\dots (2b)$$

$$\Delta G_A = G_A - C_Q \dots\dots\dots (2.1)$$

$$MI_Q = 10\% C_Q \dots\dots\dots (2.2)$$

$$MS_Q = 30\% C_Q \dots\dots\dots (2.3)$$

¹ A produção contabilizada no centro de gravidade é igual à produção medida no ponto de conexão da usina com a rede da distribuidora e/ou com a rede básica deduzida das perdas correspondentes na rede da distribuidora e na rede básica, segundo as regras e procedimentos de comercialização da CCEE.

Onde:

- C_Q : obrigação contratual de fornecimento para o quadriênio corrente, em MWh;
- ΔG_A : desvio da produção anual em relação à obrigação contratual do quadriênio corrente, em MWh;
- G_A : produção no ano corrente, em MWh;
- MI_Q : margem de desvio a menor da produção anual em relação à obrigação contratual de produção no quadriênio corrente, em MWh;
- MS_Q : margem de desvio a maior da produção anual em relação à obrigação contratual de produção no quadriênio corrente, em MWh;
- S_A : saldo acumulado no quadriênio até o ano corrente "A", inclusive, em MWh;
- S_{A-1} : saldo acumulado no quadriênio até o ano anterior "A-1", em MWh;
- S_{Q-1} : saldo residual do quadriênio anterior repassado para o quadriênio corrente, em MWh. No 1º quadriênio, o saldo inicial é nulo. Ver detalhamento abaixo.

3. O saldo quadrienal a maior de desvios acumulados da produção, apurado ao final de cada quadriênio, poderá ser total ou parcialmente repassado para o quadriênio seguinte ou cedido para outro empreendimento, desde que este tenha sido contratado no mesmo leilão:

$$S_Q = (FR - FC) \cdot \text{máximo} \{ S_{A4}, 0 \} \dots\dots\dots (3)$$

- FR: fator de repasse definido quadrienalmente pelo usuário e cujo valor pode variar de 0% a 100%, em intervalos de 1%;
- FC: fator de cessão definido quadrienalmente pelo usuário e cujo valor pode variar de 0% a 100%, em intervalos de 1%;
- S_{A4} : saldo ao final do último ano do quadriênio findo, em MWh;
- S_Q : saldo residual do quadriênio findo a ser repassado para o quadriênio seguinte ou transferido para outro empreendimento, em MWh

4. A energia contratada deverá ser paga em parcelas mensais iguais:

$$R_c = P_c \cdot C_Q / 12 \dots\dots\dots (4)$$

Onde:

- C_Q : obrigação contratual de produção no quadriênio corrente, em MWh;
- P_c : preço contratado, reajustado pelo IPCA desde a data do leilão até o início do ano corrente, em R\$/MWh;
- R_c : pagamento mensal pela energia contratada, em R\$.

5. O saldo anual positivo acima da margem superior deverá ser reembolsado ao gerador pelo valor de 70% do preço do contrato em 12 parcelas mensais uniformes no ano contratual seguinte.

$$\Delta R_A = 70\% \cdot P_c \cdot \Delta S_A / 12 \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{No 1º ano do quadriênio: } \Delta S_A = \text{máximo} \{ S_{Q-1} + \Delta G_A - MS_Q, 0 \} \dots\dots\dots (5.1)$$

$$\text{Nos demais anos do quadriênio: } \Delta S_A = \text{máximo} \{ S_{A-1} + \Delta G_A - MS_Q, 0 \} \dots\dots\dots (5.2)$$

Onde:

- ΔG_A : desvio da produção anual em relação à obrigação contratual de produção no quadriênio corrente, em MWh;
- ΔR_A : valor do pagamento mensal a título de ressarcimento pelo saldo residual anual positivo, em R\$.
- ΔS_A : diferença entre o saldo no ano "A" e a margem superior, em MWh;
- MS_Q : margem superior equivalente a 30% da obrigação contratual do quadriênio corrente, em MWh;
- P_c : preço contratado, reajustado pelo IPCA desde a data do leilão até o início do próximo ano, em R\$/MWh;
- S_{Q-1} : saldo residual do quadriênio anterior repassado para o quadriênio corrente, em MWh. No 1º quadriênio, o saldo inicial é nulo;
- S_{A-1} : saldo acumulado no quadriênio corrente até o ano anterior, em MWh.

6. O saldo anual negativo, que ultrapassar o limite da margem inferior, deverá ser valorado

pelo preço do contrato acrescido de 15% e ressarcidos à Conta de Energia de Reserva – CONER em 12 parcelas mensais uniformes no ano contratual seguinte

$$\Delta R_A = - 115\% \cdot P_C \cdot \Delta S_A / 12 \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{No 1º ano do quadriênio: } \Delta S_A = \text{mínimo} \{ S_{Q-1} + \Delta G_A + MI_Q, 0 \} \dots\dots\dots (6.1)$$

$$\text{Nos demais anos do quadriênio: } \Delta S_A = \text{mínimo} \{ S_{A-1} + \Delta G_A + MI_Q, 0 \} \dots\dots\dots (6.2)$$

Onde:

- ΔG_A : desvio da produção anual em relação à obrigação contratual do quadriênio corrente, em MWh;
- ΔR_A : valor do pagamento mensal a título de ressarcimento pelo saldo residual anual negativo, em R\$;
- ΔS_A : produção excedente a menor ocorrida no ano corrente, em MWh;
- MI_Q : margem inferior equivalente a 10% da obrigação contratual do quadriênio corrente, em MWh;
- P_C : preço contratado, reajustado pelo IPCA desde a data do leilão até o início do próximo ano, em R\$/MWh;
- S_{Q-1} : saldo residual do quadriênio anterior repassado para o quadriênio corrente, em MWh. No 1º quadriênio, o saldo inicial é nulo;
- S_{A-1} : saldo acumulado no quadriênio até o ano anterior, em MWh.

7. Após a opção de repasse e/ou de cessão de energia elétrica de reserva, o saldo residual positivo do quadriênio deverá ser ressarcido ao empreendedor, valorado ao preço contratado, e o valor dividido em 24 parcelas mensais nos dois primeiros anos contratuais do quadriênio em curso ao preço vigente do contrato nestes anos.

$$\Delta R_Q = P_C \cdot \text{máximo} \{ (1 - FR - FC) S_{A4}, 0 \} / 24 \dots\dots\dots (7)$$

Onde:

- ΔR_Q : valor do pagamento mensal a título de ressarcimento pelo saldo residual positivo do quadriênio, em R\$;

- FR: fator de repasse definido quadrienalmente pelo usuário e cujo valor pode variar de 0% a 100%, em intervalos de 1%;
 - FC: fator de cessão definido quadrienalmente pelo usuário e cujo valor pode variar de 0% a 100%, em intervalos de 1%;
 - Pc: preço contratado, reajustado pelo IPCA desde a data do leilão até o início do próximo ano, em R\$/MWh;
 - S_{A4}: saldo do último ano do quadriênio corrente, em MWh.
8. Após eventual recebimento de energia elétrica de reserva por meio de cessão, o saldo residual negativo do quadriênio deverá ser ressarcido à CONER em 12 parcelas mensais no primeiro ano contratual do quadriênio em curso, valorado ao preço vigente do contrato acrescido de 6%

$$\Delta R_Q = - 106\% \cdot P_c \cdot \text{mínimo} \{ S_{A4} + RC_{A4}, 0 \} / 12 \dots\dots\dots (8)$$

Onde:

- ΔR_Q : valor do pagamento mensal a título de indenização pelo saldo residual negativo, em R\$;
- Pc: preço contratado, reajustado pelo IPCA desde a data do leilão até o início do próximo ano, em R\$/MWh;
- S_{A4}: saldo no último ano do quadriênio corrente, em MWh;
- RC_{A4}: montante recebido de outro empreendimento a título de cessão, em MWh.

3. Metodologia de Cálculo da Garantia Física dos Empreendimentos Eólicos

O cálculo da garantia física de empreendimentos eólicos para Leilões de Contratação de Energia de Reserva é determinado por meio da expressão:

$$GF = \frac{[P90_{ac} \times (1 - TEIF) \times (1 - IP) - \Delta P]}{8760} \dots\dots\dots (9)$$

Onde:

GF = Garantia Física de Energia, em MW médio;

P90_{ac} = produção anual de energia certificada, em MWh, referente ao valor de energia anual com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a 90%, constante da Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia;

TEIF = taxa equivalente de indisponibilidade forçada;

IP = indisponibilidade programada; e

ΔP = estimativa anual do consumo interno e perdas elétricas até o ponto de conexão da usina eólica com o Sistema Elétrico, em MWh.

A garantia física da usina eólica terá por base o valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de 90%, que deve constar do documento de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia.

A produção anual de energia certificada deve considerar o abatimento das perdas por conta da disposição dos aerogeradores, das condições meteorológicas locais, da densidade do ar, da degradação das pás e das perdas aerodinâmicas do próprio parque e dos efeitos esteira e turbulência de outros parques, dentre outros.