

SISTEMAS ISOLADOS

PLANEJAMENTO DO ATENDIMENTO AOS SISTEMAS ISOLADOS

*Instruções para Elaboração e
Apresentação de Propostas de Solução
de Suprimento com vistas à participação
nos Leilões para atendimento aos
Sistemas Isolados*



Empresa de Pesquisa Energética

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia
Ministro
Fernando Coelho Filho

Secretário Executivo
Paulo Pedrosa

**Secretário de Planejamento e
Desenvolvimento Energético**
Eduardo Azevedo Rodrigues

Secretário de Energia Elétrica
Fabio Lopes Alves

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e
Combustíveis Renováveis**
Márcio Félix Carvalho Bezerra

**Secretário de Geologia, Mineração e
Transformação Mineral**
Vicente Humberto Lôbo Cruz



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
Luiz Augusto Nobrega Barroso

**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e
Ambientais**
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica
Amilcar Gonçalves Guerreiro

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível
José Mauro Ferreira Coelho

Diretor de Gestão Corporativa
Alvaro Henrique Matias Pereira

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

Sede
Esplanada dos Ministérios Bloco "U" - Ministério de Minas e Energia -
Sala 744 - 7º andar
70065-900 - Brasília – DF

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

SISTEMAS ISOLADOS

PLANEJAMENTO DO ATENDIMENTO AOS SISTEMAS ISOLADOS

*Instruções para Elaboração e
Apresentação de Propostas de
Solução de Suprimento com
vistas à participação nos
Leilões para atendimento aos
Sistemas Isolados*

Coordenação Geral
Luiz Augusto Nobrega Barroso
Amilcar Gonçalves Guerreiro

Coordenação Executiva
Bernardo Folly de Aguiar

Equipe Técnica
Aline Couto de Amorim
Andre Makishi
Cristiano Saboia Ruschel
Glauce Maria Lieggio Botelho
Glaysson de Mello Muller
Gustavo Pires da Ponte
Josina Saraiva Ximenes
Juliana Velloso Durao
Leyla Adriana Ferreira da Silva
Mauro Rezende Pinto
Marcos Vinicius Gonçalves da Silva Farinha
Michele Almeida de Souza
Renato Haddad Simões Machado
Thiago Ivanoski Teixeira
Vinicius Ferreira Martins

Nº. EPE-DEE-RE-023/2018-r0
Data: 20 de março de 2018

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO E REVISÕES

epe Empresa de Pesquisa Energética		
<i>Área de Estudo</i> EXPANSÃO DA GERAÇÃO		
<i>Estudo</i> PLANEJAMENTO DO ATENDIMENTO AOS SISTEMAS ISOLADOS		
<i>Macro atividade</i> Instruções para Elaboração e Apresentação de Propostas de Solução de Suprimento com vistas à participação nos Leilões para atendimento aos Sistemas Isolados		
<i>Ref. Interna (se aplicável)</i>		
<i>Revisões</i>	<i>Data de emissão</i>	<i>Descrição sucinta</i>
r0	20/03/2018	Emissão original

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
1 OBJETIVO	4
2 DEFINIÇÕES E FLUXOGRAMA DO PROCESSO	4
3 APLICAÇÃO	6
4 DOCUMENTAÇÃO REQUERIDA	6
4.1 Memorial Descritivo	6
4.2 Anotação de Responsabilidade Técnica do Projeto - ART	12
4.3 Licença Ambiental	13
4.4 Direito de Usar ou Dispor dos Terrenos Associados	13
4.5 Estudo/Projeto para usinas hidrelétricas	13
4.5.1 Séries de vazões	14
4.6 Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica/Outorga do Uso da Água	15
4.7 Quadro Resumo	15
5 COMPROVAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE RECURSOS ENERGÉTICOS	18
5.1 Empreendimentos termelétricos	18
5.1.1 Combustível Fóssil	19
5.1.2 Biomassa	20
5.1.3 Biocombustível	22
5.1.4 Biogás	23
5.2 Empreendimentos Fotovoltaicos	24
5.3 Empreendimentos Eólicos	24
5.4 Empreendimentos Hidrelétricos	25
6 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE ENERGIA POR FONTE	25
6.1 Empreendimentos termelétricos	26
6.2 Empreendimentos Fotovoltaicos	32
6.3 Empreendimentos Eólicos	32
6.4 Empreendimentos Hidrelétricos	33
7 REQUISITOS GERAIS DA DOCUMENTAÇÃO	34
7.1 Endereço para envio de correspondência	36
7.2 Envio de documentação complementar	36
8 DESISTÊNCIAS	36
9 ANÁLISE E HABILITAÇÃO TÉCNICA	37
Referências	37
Apêndice I – Suprimento de Sistemas Isolados	38
ANEXO I – Modelo de Requerimento de Cadastramento e Habilitação Técnica de Propostas de Solução de Suprimento para Sistemas Isolados	48

ANEXO II – Modelo de Planilha de Orçamento 49
ANEXO III – Modelo de Cronograma 50

APRESENTAÇÃO

A Lei nº 12.111, de 9 de dezembro de 2009, em seu artigo 1º, determina que as concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviços e instalações de distribuição de energia elétrica nos Sistemas Isolados (SI) devem atender à totalidade de seus mercados por meio de licitação, na modalidade de concorrência ou leilão.

Para regulamentar esta Lei, no que concerne aos Sistemas Isolados, foram publicados o Decreto nº 7.246¹, de 28 de julho de 2010, e a Portaria MME nº 67², de 1º de março de 2018.

É estabelecido, no parágrafo 2º do art. 8, do decreto supracitado, que os agentes interessados devem apresentar propostas de Solução de Suprimento de energia e potência, para fins de habilitação técnica pela EPE e posterior participação nos Leilões de Contratação de Energia Elétrica e Potência Associada para atendimento do mercado dos Sistemas Isolados.

Assim, o presente documento visa orientar quanto à apresentação das informações pelos agentes interessados em participar dos Leilões com suas respectivas propostas de Solução de Suprimento.

Destaca-se que, conforme preconiza a Portaria MME nº 67/2018, em seu Art. 8º, e visando atender ao disposto no Art. 4º do Decreto nº 7.246/2010, as propostas de Solução de Suprimento deverão buscar a eficiência econômica e energética, a mitigação dos impactos ambientais e a utilização de recursos energéticos locais.

Ressalva-se que estas Instruções apresentam requisitos para propostas de Solução de Suprimento visando, sobretudo, a aquisição de energia e potência elétrica de agente vendedor, prevista no inciso I do art. 8º do Decreto nº 7.246/2010. No caso de licitações que tenham objeto distinto a este, outros requisitos poderão ser estabelecidos.

¹ Alterações no Decreto nº 7.246/2010 introduzidas pelo Decreto nº 9.047, de 10 de maio de 2017, e pelo Decreto nº 9.143, de 22 de agosto de 2017.

² A Portaria MME nº 600, de 30 de junho de 2010, que disciplinava o atendimento aos Sistemas Isolados foi revogada e substituída pela Portaria MME nº 67, de 1º de março de 2018.

1 OBJETIVO

De modo a atender a regulamentação, o objetivo deste documento é detalhar as características básicas de uma proposta de Solução de Suprimento para atendimento aos Sistemas Isolados e estabelecer os elementos, informações e documentos necessários para seu cadastramento e habilitação junto à EPE.

2 DEFINIÇÕES E FLUXOGRAMA DO PROCESSO

Para o bom entendimento deste manual, devem ser consideradas as definições previstas no art. 2º do Decreto nº 7.246/2010:

- **Sistemas Isolados³**: sistemas elétricos de serviço público de distribuição de energia elétrica que, em sua configuração normal, não estejam eletricamente conectados ao Sistema Interligado Nacional – SIN, por razões técnicas ou econômicas; e
- **Regiões Remotas**: pequenos grupamentos de consumidores, situados em Sistema Isolado, afastados das sedes municipais, e caracterizados pela ausência de economia de escala ou de densidade.

Adicionalmente, são definidos os seguintes termos:

- **Agente de Distribuição**: concessionária, permissionária ou autorizada a explorar a prestação de serviços públicos de distribuição de energia elétrica;
- **Solução de Suprimento⁴**: instalação ou conjunto de instalações destinadas à geração de energia elétrica e potência para suprimento a Sistema. Tais propostas devem ser apresentadas por proponentes vendedores à Empresa de Pesquisa Energética – EPE para habilitação técnica e participação nos leilões, promovidos direta ou indiretamente pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo Ministério de Minas e Energia;

³ No âmbito do planejamento se utiliza também a designação “Localidade” para um Sistema Isolado. Em alguns casos, um mesmo Sistema Isolado pode conter uma ou mais Localidades.

⁴ Ao longo deste documento utiliza-se indistintamente os termos “Propostas de solução de suprimento de energia e potência”, “projeto” e “empreendimento”.

- **Lote:** Sistema Isolado ou conjunto de Sistemas Isolados agrupados para fins de licitação.

A Figura 1 apresenta o fluxograma macro do processo dos Leilões dos Sistemas Isolados ressaltando as atividades principais, do ponto de vista dos proponentes vendedores.

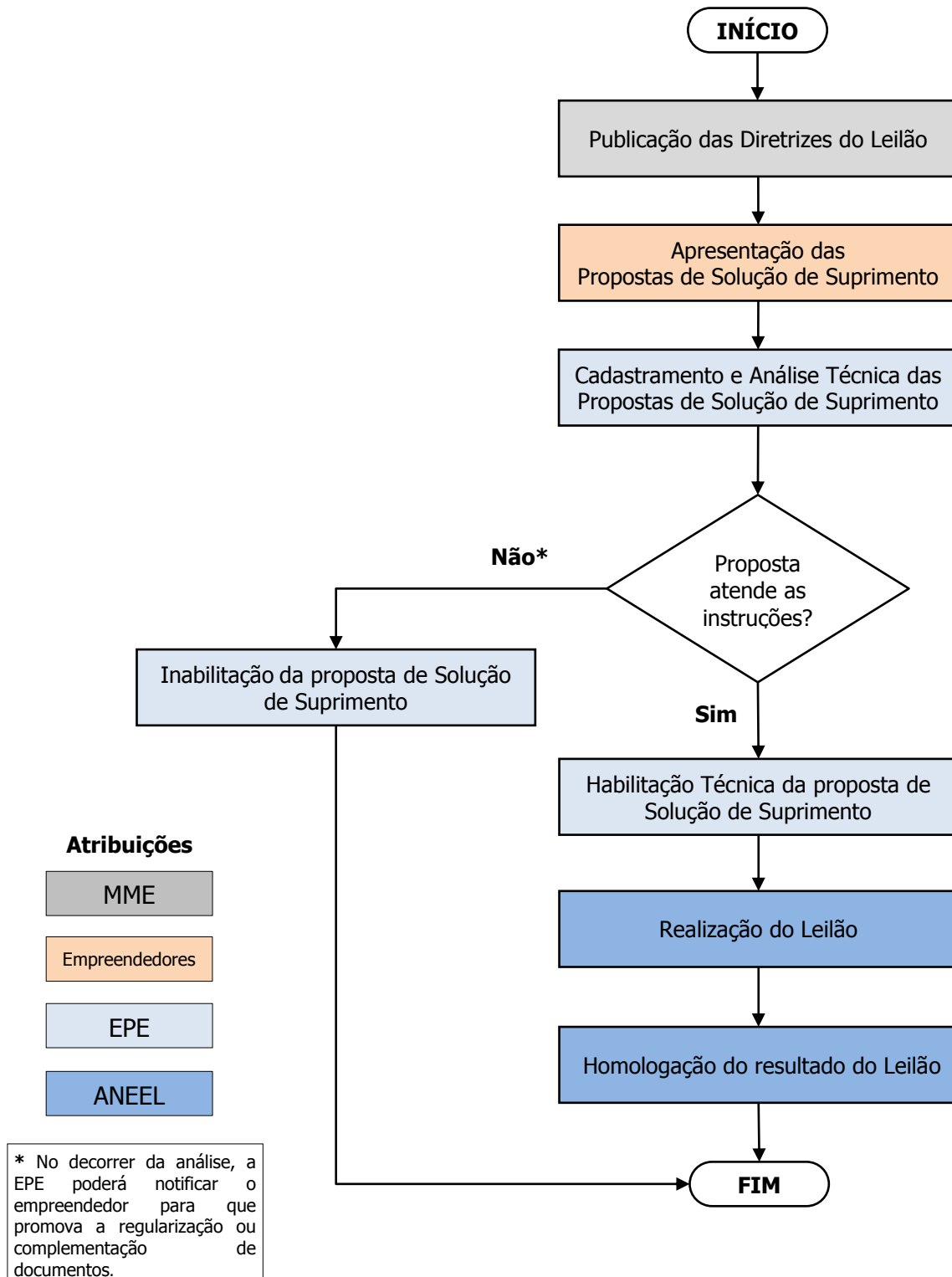


Figura 1 - Fluxograma do processo para suprimento aos Sistemas Isolados e apresentação das Propostas de Solução de Suprimento

3 APLICAÇÃO

As informações e requisitos apresentados se aplicam à elaboração, pelos proponentes vendedores, das propostas de Solução de Suprimento visando à participação nos Leilões de Contratação de Energia Elétrica e Potência Associada nos Sistemas Isolados, visto que estes projetos deverão ser cadastrados e habilitados tecnicamente pela EPE, conforme previsto no artigo 8º da Portaria MME nº 67/2018.

Destaca-se que estas Instruções buscam apresentar condições básicas e requisitos mínimos para a habilitação técnica das propostas de solução de suprimento para Sistemas Isolados. A cada leilão, a EPE poderá publicar documento específico, detalhando as condições de atendimento esperadas, inclusive eventuais particularidades dos sistemas a serem atendidos, de forma a complementar estas Instruções.

4 DOCUMENTAÇÃO REQUERIDA

Conforme art. 5º da Portaria MME nº 67/2018, quando da definição das diretrizes para a realização de leilões para atendimento aos Sistemas Isolados, o Ministério de Minas e Energia estabelecerá o período para a apresentação de propostas de solução de suprimento. Desta forma, as propostas devem apresentar informações suficientes a fim de que possam ser analisadas e habilitadas tecnicamente pela EPE para, então, participar do processo licitatório.

Deverão ser incluídos na documentação do processo de cadastramento os documentos citados neste capítulo. Ao final, é apresentado um quadro resumo (Tabela 1) para reunir as informações expostas.

Ressalta-se que a documentação deverá observar igualmente as orientações expostas no capítulo 7 - REQUISITOS GERAIS DA DOCUMENTAÇÃO.

4.1 Memorial Descritivo

O Memorial Descritivo da proposta de Solução de Suprimento deverá conter as informações que são detalhadas nas seções seguintes e adotar a itemização abaixo:

- A. Características Gerais
- B. Objeto de Contratação
- C. Fonte(s) Energética(s)
- D. Configuração do Sistema Gerador
- E. Comprovação de disponibilidade de Recurso Energético

- F. Estimativa de produção de energia por fonte energética
- G. Estudo Energético e de Confiabilidade
- H. Ponto de conexão
- I. Operação e Manutenção
- J. Orçamento e Cronograma Físico
- K. Desenhos de Projeto
 - i. Arranjo Geral Previsto
 - ii. Diagrama Unifilar

A Características Gerais

Nesta seção devem ser apresentados os dados gerais da Proposta de Solução de Suprimento.

Sobre as informações do mercado e demanda, deverão ser apresentados os montantes de energia elétrica e potência associada a serem atendidos, em conformidade com as diretrizes do respectivo leilão.

B Objeto de Contratação

Deverá ser especificado o objeto de contratação, em conformidade com as diretrizes do respectivo leilão, conforme preconizado pelo Art. 6º § 1º da Portaria MME nº 67/2018.

C Fonte(s) Energética(s)

Destaca-se que, considerando as características socioeconômicas e ambientais da Localidade/Sistema Isolado, o atendimento do respectivo mercado poderá ser com sistema de geração contemplando: usinas térmicas a biocombustíveis, derivados de petróleo, gás natural, biomassa, biogás, resíduos; Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH); Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), incluindo sistemas hidrocinéticos; usinas eólicas; usinas fotovoltaicas; ou outros sistemas combinando as modalidades anteriores.

Deverá ser informada a(s) fonte(s) energética(s) utilizada(s) na Proposta de Solução de Suprimento para cada localidade.

D Configuração do Sistema Gerador

Deverão ser apresentados: (i) a configuração do sistema gerador ao longo do prazo de vigência do contrato, (ii) o ponto de entrega da energia e potência associada, (iii) a capacidade de tancagem de combustível (se aplicável) e (iv) os dados da logística de abastecimento de combustível (se aplicável).

Todos os equipamentos a serem utilizados no sistema de geração proposto devem ser descritos nessa seção, apresentando suas principais características técnicas. No caso de sistemas híbridos, deve-se indicar a forma de operação planejada do sistema.

De maneira geral, o dimensionamento do sistema gerador apresentado na Proposta de Solução de Suprimento deverá respeitar os requisitos de confiabilidade e reserva apresentados nas diretrizes do respectivo leilão, de forma a garantir a continuidade do suprimento. Exemplos de requisitos são reserva de potência instalada, Fator de Utilização da Capacidade Instalada⁵, indisponibilidade da maior unidade geradora, entre outros.

O dimensionamento do parque gerador deve ser suficiente para atendimento aos valores de energia anual e demanda máxima previstos, devendo ser integralmente atendidos desde o início da operação comercial. Assim, exceto quando explicitamente mencionado, não será admitida motorização parcial ou escalonada ao longo do horizonte contratual, em função da incerteza envolvida nas projeções de mercado.

Deverão ser descritas as redundâncias adotadas para contingenciar falhas, os sistemas auxiliares eletromecânicos, quando for o caso, os sistemas de tratamento de efluentes e gases, especificando-se a concentração de poluentes emitidos na atmosfera.

Deverá ser apresentada, quando aplicável, a descrição do sistema de interesse restrito do empreendimento de geração, contendo as informações básicas da subestação elevadora (níveis de tensão, capacidade e quantidade de transformadores e arranjo físico dos barramentos) e da linha de transmissão de conexão (nível de tensão, extensão, configuração de condutores e número de circuitos).

Deverão ser informados e justificados, entre outros, os seguintes parâmetros: Fator de Capacidade Máximo, Autoconsumo, Taxa de Indisponibilidade Forçada, Taxa de Indisponibilidade Programada, Consumo Específico a 100% de carga (para UTE).

E Comprovação de disponibilidade de Recurso Energético

Devem ser apresentados os dados e documentos comprobatórios sobre a disponibilidade do(s) recurso(s) energético(s) utilizado(s) na Proposta de Solução de Suprimento.

⁵ Fator de Utilização da Capacidade Instalada (FUCI) é definido pela relação entre a demanda requerida anual (demanda prevista majorada de 5%) e a capacidade efetiva total instalada da usina (soma da capacidade de todas as unidades, incluindo as de reserva).

A especificação dos documentos necessários à comprovação de acordo com as fontes consideradas se dará conforme requisitos discriminados no capítulo 5 – COMPROVAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE RECURSOS ENERGÉTICOS.

F Estimativa de produção de energia por fonte energética

Nesta seção, deve ser apresentada uma estimativa da produção de energia para cada fonte utilizada na Proposta de Solução de Suprimento. Os procedimentos a serem considerados estão detalhados, por fonte energética, no capítulo 6 - ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE ENERGIA POR FONTE.

G Estudo Energético e de Confiabilidade

Dadas as disponibilidades do(s) recurso(s) energéticos(s) da Proposta de Solução de Suprimento, e a estimativa de produção de energia para cada fonte energética, é necessário ainda um Estudo Energético e de Confiabilidade a fim de demonstrar que a proposta é capaz atender o mercado e a demanda em questão a cada instante, ao longo de todo o prazo contratual e de maneira confiável.

Faz-se necessária, então, a comprovação de que a geração de energia proposta poderá ser controlada de forma a atender a carga instantânea da localidade, a qualquer momento. Caso a Proposta de Solução de Suprimento seja baseada em fontes não controláveis, esta deve conter parque gerador térmico complementar para atender à totalidade da carga. Para esse parque térmico complementar, devem ser apresentadas a disponibilidade de recurso energético e a estimativa de produção de energia, conforme descrito nas seções anteriores.

Caso o sistema gerador apresente armazenadores de energia, como por exemplo, baterias, estes também poderão ser usados de forma a atender os requisitos de confiabilidade. Nesses casos, o sistema de armazenamento deverá ser detalhado, especificando as características técnicas do mesmo e forma de operação.

O estudo energético e de confiabilidade deverá abordar ainda questões relativas à reserva de combustível – tancagem, no caso de combustíveis líquidos, ou estoque, no caso de biomassa. Deverá ser considerada a necessidade de reserva de combustível para atendimento de toda a carga durante o período crítico de abastecimento, isto é, durante o período mais longo entre dois abastecimentos consecutivos, acrescida de uma margem de segurança de, no mínimo, 10%, e sem a contribuição de geração intermitente (solar, eólica e/ou hídrica). Novamente, sistemas de armazenamento poderão ser considerados para atendimento dos critérios de confiabilidade, mediante detalhamento de suas características técnicas e de sua operação.

No caso das fontes biogás, biomassa e biocombustível, além da estocagem, deverá ser abordada a capacidade de produção do combustível para atendimento à demanda da localidade. Para outros combustíveis, acima não mencionados, deverão ser seguidos procedimentos similares.

No caso de atendimento à localidade exclusivamente com fonte hídrica, o estudo deverá comprovar que a vazão mínima diária é capaz de atender os valores máximos de energia e potência do mercado em questão.

Uma sugestão de ferramenta computacional para auxiliar no estudo energético e de confiabilidade é o software *Homer (The micropower optimization model)*. O *Homer* é um modelo de otimização, desenvolvido pelo *National Renewable Energy Laboratory – NREL* dos Estados Unidos, especializado em sistemas híbridos. Este software foi concebido para auxiliar no projeto de sistemas de geração, tanto isolados quanto conectados à rede, utilizando múltiplas fontes de energia. Ele é capaz de simular fontes estocásticas, como usinas fotovoltaicas, eólicas e hidroelétricas de pequeno porte, junto com geradores termelétricos. Também é possível representar sistemas de armazenamento de energia elétrica, como baterias e tanques de hidrogênio [1]. O software pode ser encontrado no endereço <http://www.homerenergy.com/>.

H Ponto de conexão

As propostas de solução de suprimento deverão considerar a implantação das instalações de interesse restrito associadas à conexão dos empreendimentos. Também devem ser observadas as condições de acesso previstas na Resolução Normativa ANEEL nº 506/2012 e no PRODIST ou, onde for aplicável, nos Procedimentos de Rede.

É importante destacar que a viabilidade física da conexão no ponto a ser acessado é de inteira responsabilidade do empreendedor e deve ser verificada junto à empresa proprietária das instalações.

I Operação e Manutenção

Deverão ser apresentados os procedimentos e planos de operação e manutenção do(s) sistema(s) gerador(es) da Proposta de solução de suprimento .

Recomenda-se que sejam seguidas as boas práticas de operação e manutenção disseminadas para os recursos energéticos considerados, ou seja, técnicas identificadas como as melhores em termos de eficácia e eficiência para os envolvidos e afetados direta ou indiretamente.

Especialmente, deverão ser respeitados os requisitos de qualidade do fornecimento e dos serviços de energia elétrica para os Sistemas Isolados, regulados pela ANEEL, conforme o art. 3º do Decreto 7.246/2010.

Deverá ser informado o Custo Fixo Anual de Operação e Manutenção ($O\&M_{fixo}$), justificado por meio de planilhas discriminando todos os custos incorridos na determinação desses valores, em R\$/ano. Se existente, além do $O\&M_{fixo}$, é necessário apresentar o Custo Variável de Operação e Manutenção, em R\$/MWh.

J Orçamento e Cronograma Físico

Deverá ser apresentado o orçamento para implementação da Proposta de solução de suprimento, com a composição dos principais custos diretos e indiretos, indicando também a data-base considerada (preferencialmente o mês anterior ao cadastramento do projeto).

Também deverá ser detalhado o cronograma estimado de implementação para cada uma das fontes, caso exista, considerando as diversas etapas de projeto (licenciamento, etapas construtivas, comissionamento, início de operação comercial etc.). Os ANEXO II – Modelo de Planilha de Orçamento e ANEXO III – Modelo de Cronograma apresentam exemplos de orçamento e de cronograma, respectivamente, que podem ser usados como modelos.

Para empreendimentos hidrelétricos deverão ser atendidos os requisitos estabelecidos nos capítulos “Cronograma Físico” e “Orçamento” das Instruções para Empreendimentos Hidrelétricos [2], disponíveis no site da EPE.

K Desenhos de Projeto

K1 Arranjo Geral Previsto

Deverá ser apresentado um desenho de localização geral previsto, mostrando a área da usina, acessos ao empreendimento, subestação e edificações. Este desenho deverá ser apresentado, no formato “dwg”.

No caso de usinas termelétricas, deverá ser indicada a localização das edificações, casa de força, área de armazenagem de combustíveis, torres de resfriamento e subestação e o arranjo dos equipamentos principais.

Para empreendimentos eólicos, deverá ser apresentado o desenho do “micrositing” indicando-se arranjo dos aerogeradores, subestação e demais edificações do empreendimento.

Para empreendimentos solares fotovoltaicos, deverá ser apresentado o desenho com as localizações das séries e arranjos fotovoltaicos, indicando o azimute e inclinação (no caso de sistemas fixos), a localização dos inversores, subestação e demais edificações do empreendimento.

No caso de sistema de armazenamento, igualmente deverá ser identificada a localização do mesmo.

K2 Diagrama Unifilar

Deverá ser apresentado o Diagrama Unifilar Principal contendo a representação da subestação elevadora e da rede coletora de média tensão, onde houver, considerando inclusive a linha de transmissão que conecta o empreendimento de geração ao ponto de conexão da rede da concessionária local.

O diagrama unifilar deverá evidenciar: (i) o compartilhamento de conexões entre diferentes empreendimentos de geração (quando aplicável); (ii) a quantidade de transformadores elevadores; (iii) a potência nominal dos transformadores, incluindo as potências com ventilação forçada e (iv) a identificação das bitolas dos condutores dos circuitos da rede coletora de média tensão e da linha de transmissão de interesse restrito.

4.2 Anotação de Responsabilidade Técnica do Projeto - ART

Deverá ser apresentada a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART e o respectivo comprovante de recolhimento, em conformidade com a Lei 6.496, de 7 de dezembro de 1977, regulamentada pela Resolução CONFEA nº 1.025, de 30 de outubro de 2009, e atendendo ao disposto na Resolução CONFEA nº 218, de 29 de junho de 1973, do profissional responsável pelo projeto.

Destaca-se que na ART deverão constar obrigatoriamente o nome e endereço da empresa contratante e da empresa contratada, nome e número do registro do profissional, título (mecânica, elétrica, civil, etc.) do responsável pelo projeto, nome do empreendimento, potência instalada e o endereço onde o mesmo será construído.

Para empreendimentos hidrelétricos, deverão também ser apresentadas as ART (Vinculada/Complementar) de profissionais ou empresas que participaram do desenvolvimento do projeto e dos estudos hidrológicos.

4.3 Licença Ambiental

Segundo o modelo de edital para leilão de aquisição de energia elétrica e potência associada de agente vendedor nos Sistemas Isolados, anexo da Resolução Homologatória nº 1.733 de 20 de maio de 2014, o empreendedor proponente deverá “observar a legislação, os requisitos ambientais e providenciar, por sua conta e risco, a obtenção de todas as outorgas necessárias à instalação da(s) central(is) geradora(s), incluindo as Licenças Ambientais Prévia, de Instalação e de Operação, quando for o caso, comprometendo-se com a qualidade das informações porventura solicitadas pelo órgão ambiental competente (...)”.

Além disso, o modelo de edital também determina a data-limite para obtenção e apresentação da Licença Ambiental de Instalação - LI, reforçando o exposto acima sobre providenciar a obtenção das outorgas necessárias e Licenças Ambientais, por sua conta e risco.

Observa-se que a Licença Ambiental deve estar em conformidade com a legislação ambiental vigente, notadamente a Lei Federal nº 6.938/1981, o Decreto Federal nº 99.274/1990, a Lei Complementar nº 140/2011 e as Resoluções CONAMA nº 01/1986, 06/1987, 237/1997 e 279/2001, bem como a Legislação Estadual, quando for o caso.

4.4 Direito de Usar ou Dispor dos Terrenos Associados

Para os empreendimentos que utilizem biomassa e biocombustíveis deverá ser apresentada a comprovação do direito de usar ou dispor dos terrenos associados (ex.: terrenos necessários para produção da biomassa), de forma a garantir que os locais necessários ao desenvolvimento do empreendimento estejam disponíveis para o empreendedor.

Para CGHs deverão ser respeitados os requisitos estabelecidos no capítulo “Direito de Usar ou Dispor do Local da CGH” das Instruções para Empreendimentos Hidrelétricos [2], disponíveis no site da EPE.

4.5 Estudo/Projeto para usinas hidrelétricas

Os empreendimentos hidrelétricos são regidos pelas Leis nº 9.074/1995 e nº 9.427/1996, bem como as normas infralegais associadas. Conforme enquadramento, deverão ser apresentados:

- **Usinas Hidrelétricas – UHE sem características de PCH cuja potência seja superior a 5 MW e igual ou inferior a 50 MW:** deve ser apresentado à EPE o

Projeto Básico, acompanhado do respectivo ato de aprovação emitido pela ANEEL, ou, para os empreendimentos abrangidos pela Resolução Normativa ANEEL nº 765/2017, acompanhado do Despacho de Registro da Adequabilidade do Sumário Executivo – DRS – UHE.

- **Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH:** deve ser apresentado à EPE o Projeto Básico do aproveitamento, acompanhado do respectivo ato de aprovação emitido pela ANEEL, ou, para os empreendimentos abrangidos pela Resolução Normativa ANEEL nº 673/2015, do Despacho de Registro da Adequabilidade do Sumário Executivo – DRS-PCH.

- **Centrais Geradoras Hidrelétricas – CGH:** deve ser apresentado à EPE o Memorial Descritivo do projeto conforme estabelecido no respectivo anexo das Instruções para Empreendimentos Hidrelétricos [2]. Além disso, devem ser apresentados o registro do empreendimento junto à ANEEL.

Para empreendimentos com potência instalada superior a 50 MW nos Sistemas Isolados, o empreendedor deve entrar em contato com a EPE para esclarecimentos quanto aos requisitos e documentação relacionada à projetos com essas características.

4.5.1 Séries de vazões

Os Estudos/Projetos, obrigatoriamente, deverão conter as informações das séries de vazões, como segue:

- **Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH ou Usinas Hidrelétricas com potência instalada inferior a 30 MW**

A série histórica de vazões médias mensais deverá abranger um período não inferior a 30 (trinta) anos, gerado de maneira que esse seja o mais extenso e atualizado possível, devendo estar em conformidade com o Histórico de Vazões apresentado no Projeto Básico aprovado ou DRS-PCH, atualizados em conformidade com a DRDH (ou ato administrativo que ateste a disponibilidade hídrica) e a Licença Ambiental.

O modelo disponível no Anexo das Instruções da EPE para Empreendimentos Hidrelétricos [2] que trata da 'Série de vazões naturais afluentes no local da barragem' deve ser utilizado como referência para a série de vazões médias mensais, porém a consideração dos usos consuntivos será feita de acordo com a recomendação da

Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) emitida pelos órgãos de recursos hídricos competentes.

- **Centrais Geradoras Hidrelétricas – CGH**

A série histórica de vazões médias mensais deverá abranger um período não inferior a 30 (trinta) anos, devendo estar em conformidade com o Histórico de Vazões apresentado no Memorial Descritivo, atualizados em conformidade com a DRDH (ou ato administrativo que ateste a disponibilidade hídrica) e a Licença Ambiental.

- **Ampliações e Repotenciações**

Para ampliações ou repotenciações deverão ser apresentados os estudos técnicos, aprovados pela ANEEL, que fundamentam o acréscimo de potência e energia do empreendimento. A série histórica de vazões médias mensais deve ser apresentada seguindo os anexos das Instruções para Empreendimentos Hidrelétricos [2] (Anexos 'Série de vazões naturais afluentes no local da barragem' e 'Série de vazões consuntivas').

4.6 Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica/Outorga do Uso da Água

Para os empreendimentos que utilizem recursos hídricos, deverá ser obrigatoriamente apresentada cópia autenticada da Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH), da Outorga de Uso da Água ou Ato Administrativo que ateste a disponibilidade hídrica, emitidas pelos órgãos competentes, cujo prazo de validade esteja vigente na data do seu protocolo na EPE.

A DRDH, Outorga ou Ato Administrativo que ateste a disponibilidade hídrica deve indicar a localização geográfica do ponto de captação, o volume de água diário outorgado e o vínculo com o empreendimento (nome do empreendimento, nome do empreendedor ou CPNJ).

Para os casos de isenção de outorga (derivações e captações consideradas insignificantes), deverá ser apresentado um documento do órgão competente atestando esta situação.

4.7 Quadro Resumo

Cada um dos documentos citados anteriormente se refere a determinadas fontes energéticas.

Uma vez que as Propostas de Suprimento podem apresentar empreendimentos que utilizem mais de uma fonte energética, o empreendedor deverá apresentar os documentos pertinentes a cada tipo de geração constante em seu projeto.

A Tabela 1 resume os requisitos descritos acima e apresenta os documentos que devem ser apresentados segundo cada tipo de fonte energética incluída na Proposta de Suprimento.

Vale ressaltar que, a qualquer momento, a EPE poderá requisitar documentação adicional a fim de proceder à análise e habilitação da Proposta de Suprimento, independentemente do recurso energético utilizado e sem prejuízo da documentação previamente requisitada. Os requisitos gerais da documentação encontram-se detalhados no capítulo 7.

Tabela 1 – Documentos necessários à apresentação segundo as fontes energéticas

	Combustível fóssil	Solar e Eólica	Biomassa e Biocombustível	Hídrica
Memorial Descritivo	X	X	X	X
Anotação de Responsabilidade Técnica do Projeto – ART	X	X	X	X
Declaração de Responsabilidade pelo Fornecimento de Energia	X	X	X	X
Comprovação do Direito de Usar ou Dispor dos Terrenos Associados			X	Caso CGH
Registro na ANEEL				X
Projeto Básico				X
Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH), Outorga do Uso da Água	Se aplicável		Se aplicável	Caso CGH ou PCH

5 COMPROVAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE RECURSOS ENERGÉTICOS

Da mesma forma como nos leilões do ACR (Ambiente de Contratação Regulada) do SIN, há a necessidade de se comprovar a disponibilidade de recursos energéticos para suprir o mercado e carga da localidade em análise.

Neste capítulo, são apresentados os requisitos necessários para a comprovação do recurso energético, separados por fonte. Caso o sistema gerador se trate de um sistema híbrido, isto é, apresente mais de uma fonte energética para suprimento da localidade (ex. diesel e solar), será necessária a comprovação da disponibilidade de cada uma das fontes utilizadas.

5.1 Empreendimentos termelétricos

Para empreendimentos termelétricos, deverá ser demonstrado que há disponibilidade de combustível suficiente para a produção da energia elétrica declarada. No caso de insuficiência de produção própria de combustível, o empreendedor deverá apresentar Contrato Preliminar ou Termo de Compromisso com fornecedor de combustível, que contemple em qualquer caso:

- I. Cláusula de eficácia de fornecimento de combustível na hipótese de o empreendedor se sagrar vencedor no leilão;
- II. Indicação da quantidade máxima mensal de combustível a ser suprida e o prazo de entrega; e
- III. Cláusula estabelecendo penalidade pela falta de combustível, conforme legislação vigente.

O Contrato Preliminar ou Termo de Compromisso deverá conter requisitos essenciais à sua celebração, como o nome da usina termelétrica; município e Unidade Federativa da localização; quantidade de combustível contratada e prazos de fornecimento a partir do pedido do agente gerador. Esse instrumento deverá ser obrigatoriamente levado ao registro competente, além de conter assinaturas de, no mínimo, 02 (duas) testemunhas.

A comprovação de disponibilidade de combustível é dispensada para projetos baseados exclusivamente em óleo diesel. No caso do uso de geradores bicompostíveis, deverão

ser contemplados na comprovação de recurso energético ambos os combustíveis a serem utilizados.

5.1.1 Combustível Fóssil

Para empreendimentos que utilizem combustíveis fósseis, como gás natural, carvão ou derivados de petróleo (inclusive óleo diesel), deverá ser apresentado o plano de logística contendo o tipo de combustível, origem, tipo de transporte, frequência e tempo de entrega, além de tancagem.

Empreendimentos que irão operar com gás natural deverão comprovar a disponibilidade da molécula e da cadeia logística do gás natural, desde a origem até a usina termelétrica. A origem do gás poderá ser de reservas nacionais de gás natural, terminais de regaseificação de gás natural liquefeito – GNL ou fronteiras territoriais nacionais, no caso de gás importado.

Na comprovação da disponibilidade da cadeia logística do gás natural, devem ser especificados todos os agentes envolvidos: fornecedor do gás ou do GNL, agente de regaseificação, transportador e distribuidor das redes de gasodutos. Adicionalmente, solicita-se a apresentação de desenhos esquemáticos demonstrando a localização da usina e o modal de transporte do gás natural (rede de gasodutos ou outro), desde a origem do gás até a central termelétrica.

Para o caso de gás natural proveniente de reservas nacionais, deverá ser apresentada a localização das reservas, situação atual da exploração e da produção, previsão de produção a partir do início da operação comercial da usina até o fim da vigência do contrato.

Para empreendimentos que utilizem gás natural liquefeito (GNL), devem ser cumpridas as seguintes exigências:

- a) Caso o combustível a ser fornecido seja movimentado em Terminal de Gás Natural Liquefeito ou Unidade de Regaseificação existente, o empreendedor deverá comprovar que há capacidade de regaseificação disponível e reservada para o seu empreendimento no respectivo terminal; e
- b) Caso o combustível a ser fornecido seja movimentado em Terminal de Gás Natural Liquefeito ou Unidade de Regaseificação que não esteja em operação comercial, o empreendedor deverá apresentar a LP, a LI ou a LO do projeto, emitida pelo órgão ambiental competente, em conformidade com a legislação

ambiental, além da comprovação de que há capacidade de regaseificação reservada para o seu empreendimento no respectivo terminal.

Para termelétricas movidas a carvão mineral que utilizam reagentes no processo de abatimento de emissões atmosféricas, deverá ser apresentado contrato ou termo de compromisso, nos moldes descritos no item 5.1, atestando a disponibilidade de tais reagentes.

Para todos os combustíveis fósseis, deverão ser declaradas suas principais propriedades no estado iminente à combustão, tais como poder calorífico (PCI) e massa específica.

Caso o empreendimento se consagre vencedor do Leilão, deverá apresentar a autorização expedida pelo poder concedente em virtude do cumprimento dos requisitos expostos na Resolução Normativa ANEEL nº 390, de 15 de dezembro de 2009, quando aplicáveis.

5.1.2 Biomassa

O aproveitamento energético da biomassa pode ser dividido de duas formas: a sua utilização direta para produção de energia através da queima; ou pela sua transformação em biocombustível para posterior utilização.

A utilização direta da biomassa para geração de energia elétrica se dá pela sua queima em caldeiras. O calor proveniente destas caldeiras aquece um fluido de trabalho de ciclo Rankine para geração de eletricidade em um conjunto turbina-gerador.

Para empreendimentos operando com biomassa através do ciclo Rankine, deverão ser apresentados os balanços térmico e hídrico, conforme solicitado no Memorial Descritivo.

Para o aproveitamento da biomassa, incluindo resíduos de processos agroindustriais, é importante atentar para as licenças ou autorizações ambientais vigentes emitidas pelos órgãos ambientais competentes. Entende-se por licença ou autorização ambiental vigente, por exemplo, a Licença Ambiental compatível com a fase do empreendimento (ex.: Licença Prévia, Instalação ou Operação).

A comprovação da disponibilidade de biomassa passa a ter duas importantes funções: primeiramente, garantir que a biomassa seja proveniente de áreas devidamente autorizadas para seu plantio e/ou corte; e, em segundo lugar, certificar que a área em questão pode produzir a quantidade de biomassa a ser utilizada pelo projeto.

Além da comprovação da disponibilidade da biomassa, deverão ser apresentados os dados de Planejamento da Produção, ou similar, contendo: as fases de plantio e colheita em toneladas/ano, o volume a ser colhido da biomassa que será empregada como combustível, para consumo e estoque, área total de plantio necessária para atender a demanda de combustível, bem como o índice de produtividade do combustível.

Nos casos de matéria prima florestal, de espécies plantadas ou nativas, deverá ser apresentado o Plano de Manejo Florestal aprovado pelo órgão competente.

A biomassa a ser utilizada nos empreendimentos de geração pode ser obtida de duas formas:

- a utilização de biomassa nova, ou seja, biomassa plantada e/ou nativa para utilização exclusiva na geração de energia elétrica; e
- a utilização de resíduo de biomassa proveniente de processo agroindustrial.

Biomassa Nova

Caso a biomassa seja proveniente de produção própria, deverá ser apresentada a respectiva comprovação do direito de usar ou dispor dos terrenos associados.

Caso a biomassa seja adquirida de terceiros, deverá ser apresentado Contrato ou Termo de Compromisso de aquisição da biomassa. Este Contrato ou Termo deve conter as cláusulas já apresentadas no capítulo 5.1.

O Contrato ou Termo deve ter vigência até, pelo menos, o fim da vigência do Contrato de Serviço de Suprimento de Energia Elétrica nos Sistemas Isolados (CSESI) a ser assinado caso o empreendimento se consagre vencedor do Leilão.

No caso de empreendimentos que contemplem biomassa nova, é importante atentar para a licença ou autorização ambiental vigente da área onde a biomassa é produzida.

Resíduo de Biomassa

Caso a indústria seja de propriedade, total ou parcial, do empreendedor, deverá ser apresentado documento comprobatório deste fato (ex. Contrato Social da indústria).

Caso a biomassa utilizada na indústria seja proveniente de produção própria, deverá ser apresentada a respectiva comprovação do direito de usar ou dispor dos terrenos associados.

Caso o empreendedor adquira o resíduo de terceiros, deverá ser apresentado Contrato ou Termo de Compromisso de aquisição do resíduo nos mesmos moldes da biomassa nova. Deverá ser igualmente apresentado Contrato ou Termo de Compromisso entre a indústria e a área onde a biomassa é produzida, de forma que seja possível rastrear a origem do resíduo adquirido pelo empreendedor.

No caso de empreendimentos que contemplem resíduo de biomassa, é importante atentar para as licenças ou autorizações ambientais vigentes da área de produção da biomassa e da indústria geradora do resíduo.

Caso o empreendimento se consagre vencedor do Leilão, deverá apresentar a autorização expedida pelo poder concedente em virtude do cumprimento dos requisitos expostos na Resolução Normativa ANEEL nº 390/2009.

5.1.3 Biocombustível

Além do emprego direto da biomassa ou resíduo, esta pode ser utilizada para produção de biocombustível. O biocombustível, tal como é definido no inciso XXIV do art. 6º da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, é "substância derivada de biomassa renovável, tal como biodiesel, etanol e outras substâncias estabelecidas em regulamento da ANP, que pode ser empregada diretamente ou mediante alterações em motores a combustão interna ou para outro tipo de geração de energia, podendo substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil".

Assim, para a utilização de biocombustíveis na geração de energia elétrica, além da necessidade de se comprovar a disponibilidade da matéria-prima (biomassa), é necessário comprovar a capacidade de produção do biocombustível em questão.

Para tanto, aplicam-se as mesmas necessidades de comprovação que no caso da biomassa (Plano de Manejo, Planejamento da Produção e outros), além de um Relatório Técnico da planta de produção de biocombustível, atestando seu funcionamento e capacidade de produção.

Tal qual o previsto no item 5.1.1, deverá ser apresentado o plano de logística contendo o tipo de combustível, origem, tipo de transporte, frequência e tempo de entrega, além de tancagem.

5.1.4 Biogás

Os empreendimentos de geração que utilizem como combustível principal biomassa composta de resíduos sólidos urbanos e/ou biogás de aterro sanitário ou biodigestores de resíduos vegetais ou animais, assim como lodos de estações de tratamento de esgoto, serão enquadrados como empreendimentos termelétricos a biomassa.

A disponibilidade do biogás proveniente de biodigestão de resíduos de origem vegetal ou animal, bem como lodos de estação de tratamento de esgoto, deverá ser comprovada tanto por meio da demonstração dos processos utilizados na transformação da matéria-prima em biogás quanto por meio da obtenção da matéria-prima.

Assim, deverão ser especificados os critérios utilizados para a escolha da biomassa (ou conjunto de biomassas) e sua origem. No caso de biomassa originária de culturas, o relatório técnico deverá conter os dados de planejamento da produção, incluindo as fases de plantio e colheita, a produção de biomassa a cada colheita, a produção anual de biomassa (em toneladas/ano), disponibilidade e dimensionamento de estoque para a biodigestão. Eventuais etapas de pré-processamento ou processos para conservação da biomassa, deverão ser apresentadas detalhadamente.

Em relação à planta de biodigestão, deverá ser apresentado um projeto com todos os equipamentos e componentes, bem como memória de cálculo do dimensionamento dessas estruturas ou catálogo do fabricante (caso houver), de forma a atender à produção de biogás e consequente operação contínua da termelétrica à capacidade máxima.

Deverão ser especificadas as características do processo de biodigestão e produção do biogás, incluindo o tempo de resposta da planta após alimentação, o tempo de retenção do resíduo no biodigestor, a taxa de produção de biogás, o tratamento do resíduo após o processo de digestão e a capacidade de armazenamento do biogás, caso houver.

Também devem ser especificadas as características físico-químicas do biogás, como densidade, poder calorífico inferior – PCI, taxa ou disponibilidade de biogás para a geração de energia (em kg/s) e produção anual de biogás (em toneladas/ano).

Caso o agente termelétrico não seja responsável pela produção ou disponibilidade dos insumos ou do próprio biogás, deverá ser apresentado, adicionalmente, o respectivo termo de compromisso ou contrato de compra e venda de combustível nos

moldes do item 5.1, bem como, o Relatório Técnico de Comprovação de Disponibilidade de Combustível de terceiros, demonstrando a disponibilidade total de combustível.

5.2 Empreendimentos Fotovoltaicos

Para empreendimentos fotovoltaicos, a comprovação de disponibilidade de recurso energético refere-se à quantidade de irradiação disponível no local do projeto, bem como seu perfil. No documento, deverão constar os seguintes itens:

- a) Descrição das fontes de dados solarimétricos consideradas, como estações de medição locais do próprio empreendedor, estações de referência de alguma rede pública ou privada, imagens de satélites, além de modelos empregados para derivar dados de irradiação no sítio do empreendimento.

Além disso, devem ser informados os proprietários dos dados, as especificações dos instrumentos, o período disponível e o intervalo de integralização dos dados.

Para fontes de dados de satélites e modelos associados, deve ser informada a resolução e a escala temporal, bem como a descrição do modelo utilizado para criar a série de dados. Deverão ser apresentadas considerações acerca dos erros e da incerteza sobre os dados.

- b) Descrição do procedimento utilizado para geração do ano meteorológico típico a partir de dados de longo prazo.
- c) O ano meteorológico típico usado na simulação de produção deverá ser enviado juntamente com o projeto, em formato de planilha de dados ("Excel"), contendo, no mínimo, dados de irradiação e temperatura.

O registro de horário dos dados solarimétricos deverá estar referenciado a hora local do empreendimento e não acompanhará o horário de verão.

5.3 Empreendimentos Eólicos

A Comprovação de Disponibilidade de Recurso Energético para empreendimentos eólicos deverá atender aos seguintes requisitos:

- a) Descrição das fontes de dados de vento consideradas, como torres de medição anemométrica, imagens de satélites, além de modelos empregados para ajuste de dados.

Além disso, devem ser informados os proprietários dos dados, as especificações dos instrumentos, o período disponível e o intervalo de integralização dos dados.

Para fontes de dados de satélites e modelos associados, deve ser informada a resolução e a escala temporal, bem como a descrição do modelo utilizado para criar a série de dados. Deverão ser apresentadas considerações acerca dos erros e da incerteza sobre os dados.

- b) Valores médios de temperatura, densidade média do ar, pressão atmosférica média no local do parque eólico, umidade relativa anual, rugosidade do terreno e altitude, incluindo identificação e localização das estações meteorológicas de origem dos dados considerados no estudo;
- c) Histograma, em base horária, com a distribuição de frequência anual de velocidade do vento (com intervalos de 1 m/s);
- d) Avaliação de dados anemométricos de longo prazo (histórico de pelo menos 10 anos);
- e) Médias mensais de longo prazo da velocidade do vento e de densidade do ar e os respectivos parâmetros (fator de forma e fator de escala) da distribuição de Weibull, para cada mês, extrapolados à elevação (altura) do rotor da turbina. Caso sejam utilizados aerogeradores com alturas distintas, informar os valores extrapolados para cada uma das alturas;
- f) Rosa dos Ventos, com 16 setores, apresentada também, em forma de tabela, explicitando os percentuais de permanência em cada setor; e
- g) Classe IEC do parque eólico.

A Comprovação de Disponibilidade de Recurso Energético deverá abordar o descritivo dos trabalhos realizados, os parâmetros e critérios adotados, metodologias e softwares empregados para análises de consistência, correlação e extrapolação das medições anemométricas.

5.4 Empreendimentos Hidrelétricos

Para empreendimentos que utilizem o recurso hídrico como fonte energética, serão avaliados os documentos e requisitos detalhados no item 4.5.

6 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE ENERGIA POR FONTE

Este capítulo apresenta o detalhamento da metodologia de cálculo de estimativa de produção de energia a partir de cada recurso energético considerado na Proposta de Solução de Suprimento. Devido às especificidades de cada fonte energética, os requisitos são apresentados separadamente. Ressalta-se que no caso de propostas de sistemas que utilizem mais de uma fonte, devem ser apresentadas as estimativas para cada uma destas.

No caso de o empreendimento ser o único responsável pelo fornecimento da localidade em questão, a soma das estimativas de produções de energia por fonte deve ser igual ou superior ao mercado da localidade. A este requisito soma-se o estudo de confiabilidade, que tem como foco demonstrar o atendimento da demanda instantânea ao longo do horizonte contratual, detalhado na seção 4.1- G (Estudo Energético e de Confiabilidade).

6.1 Empreendimentos termelétricos

A comprovação da geração de energia destina-se a demonstrar que, dada a disponibilidade do combustível, a configuração do projeto da usina termelétrica com sua potência final instalada terá condições de disponibilizar energia ao Sistema Isolado em questão nos termos pré-estabelecidos.

Na estimativa de produção de energia de empreendimentos termelétricos, deverá ser informado o tipo do ciclo de potência da usina (por exemplo, Rankine, Brayton, Ciclo Combinado, Cogeração, Diesel ou Otto), a potência final instalada da usina e as características técnicas das principais máquinas que compõem o sistema de geração: turbinas a gás, turbinas a vapor, motores alternativos de combustão interna, geradores elétricos, compressores, bombas caldeiras de recuperação, caldeiras de recuperação, caldeiras de geração de vapor, condensadores. As descrições técnicas de cada equipamento devem conter as seguintes informações:

- **Turbinas a gás:** fabricante, modelo, potência mecânica de eixo da turbina na condição de referência (ISO – *International Standard Organization*), vazão de gás, vazão de ar, rotação, eficiência.
- **Turbinas a vapor:** fabricante, modelo, potência mecânica de eixo da turbina na condição de referência, vazão de vapor, rotação, eficiência.
- **Motores alternativos de combustão interna:** fabricante, modelo, potência de eixo do motor na condição de referência, rotação, eficiência.
- **Geradores elétricos:** fabricante, modelo, Potência Nominal, fator de potência, frequência.
- **Caldeiras de recuperação:** fabricante, modelo, vazão de vapor, temperatura de saída de vapor, pressão do vapor, eficiência.
- **Caldeiras de geração de vapor:** fabricante, modelo, vazão de vapor, temperatura de saída de vapor, pressão do vapor, eficiência.

- **Condensadores:** vazão do condensado (fluido quente), vazão do fluido frio, que troca calor com o condensado.
- **Torres de arrefecimento ou torres de resfriamento:** fabricante, modelo, vazão de água, vazão de ar, range (diferença de temperatura da água quente, de alimentação da torre, e da água fria, na saída da torre), approach (diferença de temperatura entre a água fria, na saída da torre, e a temperatura de bulbo úmido).

Deverão ser indicadas todas as correspondências entre turbinas ou motores aos seus respectivos geradores elétricos, de modo a se obter a potência nominal da Unidade Geradora. Cabe destacar que a potência nominal é a menor potência efetiva entre as máquinas motrizes e seus respectivos geradores elétricos e que a Potência Final Instalada é o somatório das Potências Nominais de todas as Unidades Geradoras que compõem o projeto da usina termelétrica. Também deverá ser declarado pelo empreendedor o valor de potência máxima injetável na rede, ou seja, o máximo valor líquido de potência disponibilizado à rede (Potência Nominal descontada do consumo interno e das perdas elétricas)

- a) **Condições Climáticas:** tendo em vista que o desempenho das usinas termelétricas pode ser afetado pelas Condições Ambientais Locais, é necessária a declaração de valores médios anuais locais de temperatura, umidade relativa do ar, altitude e pressão atmosférica.
- b) **Balanco Térmico:** deverá ser apresentado um balanço térmico da operação da usina, restrito à geração de energia elétrica à capacidade máxima (100% da carga). O balanço térmico deverá refletir as condições locais da instalação e não as condições de referência.

O balanço térmico deverá ser apresentado sob a forma de fluxograma de processo em formato "pdf" ou "xls". Como exemplo, é apresentado na Figura 2 um modelo de balanço térmico típico de ciclo Rankine. Conforme apresentado, o balanço deve conter, para todas as caldeiras e turbinas, indicações das vazões de vapor d'água (em kg/s), das temperaturas (em °C), das pressões absolutas (em bar) e das entalpias (em kJ/kg) para cada entrada, saída e extração de vapor nos equipamentos, caso ocorra. Nas saídas das turbinas, além das propriedades citadas, deve ser apresentado o valor do Título da mistura líquido-vapor d'água (sendo, naturalmente, 1,00 no caso de turbinas de contrapressão, ou pouco inferior a 1,00 para turbinas de condensação).

Trocadores de calor que utilizem água como fluido de trabalho no processo de arrefecimento, como condensador e torre de resfriamento, devem ser representados no balanço térmico. Além disso, o balanço deve indicar as condições locais do ambiente por meio de valores médios anuais de temperatura do ar, pressão atmosférica e umidade relativa do ar.

Deverá ser apresentada a memória de cálculo em forma de planilha eletrônica editável (“xls” ou similar) contendo todos os dados acima citados e a potência elétrica gerada, em kW. A memória de cálculo deve evidenciar as fórmulas para determinação das potências geradas e estar consistente com o fluxograma de processo.

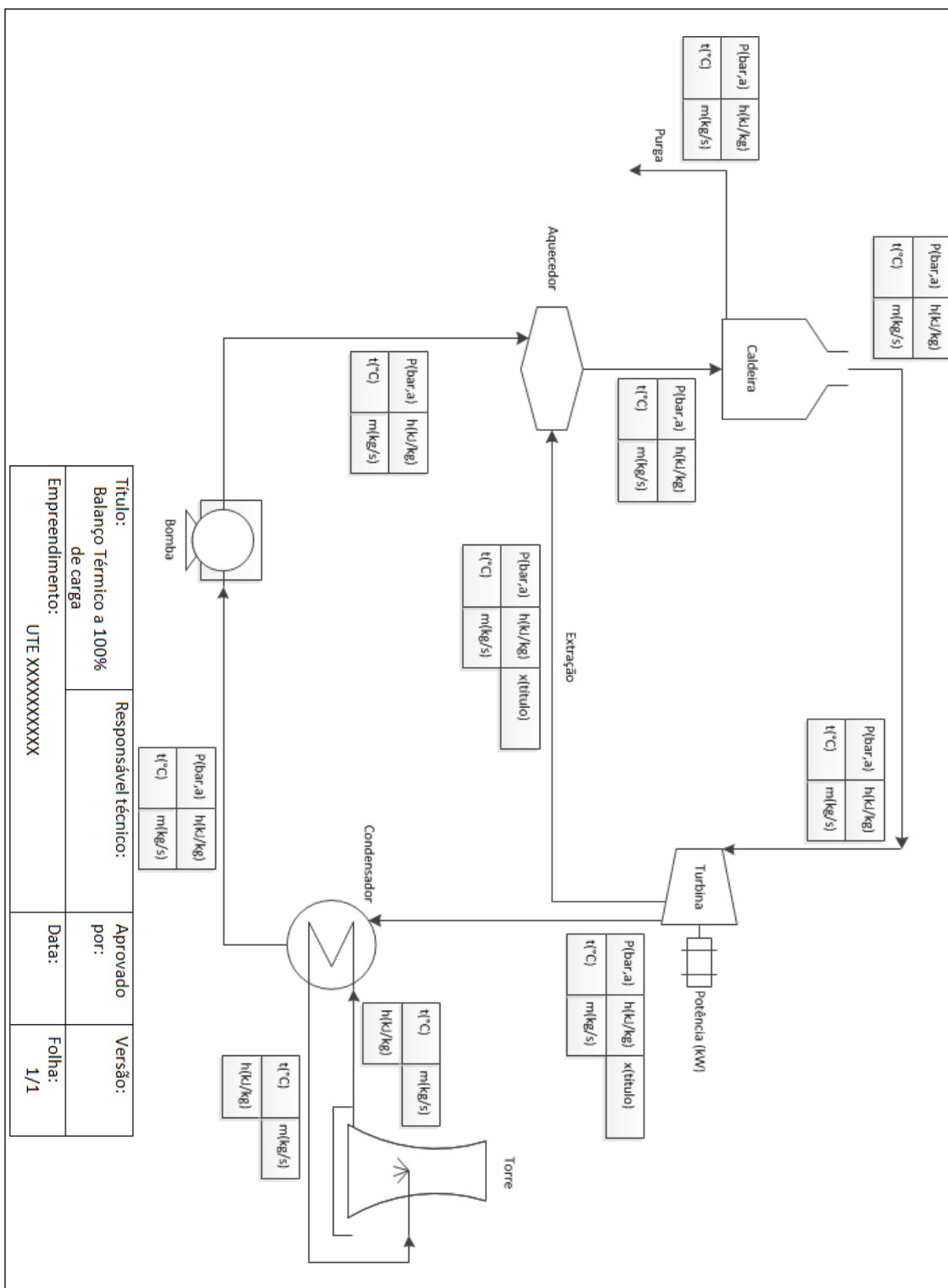


Figura 2 - Fluxograma do balanço térmico de um ciclo de potência a vapor.

- c) **Balanco Hídrico:** Empreendimentos que utilizem geração de potência a vapor: ciclo Rankine, Combinado ou em Cogeração, deverão incluir o balanço hídrico à máxima capacidade de operação. O balanço hídrico deverá ser apresentado sob a forma de fluxograma em formato "pdf" ou "xls", indicando as vazões (em m³/h) na captação, no tratamento, nos usos, nas perdas e nos descartes. Trocadores de calor que utilizem água como fluido de trabalho, como condensador e torre de resfriamento devem ser representados.

Para empreendimentos que operem em regime de cogeração, a exemplo do caso de usinas de cana-de-açúcar, o balanço hídrico deverá ser restrito ao processo de geração de energia elétrica.

As vazões de captação de água declaradas no balanço hídrico devem estar em conformidade com os dados de Outorga de uso da água, exigência do item 4.6, quando cabível. Além disso, as vazões utilizadas para reposição de perdas no ciclo de vapor ou no processo de arrefecimento devem estar de acordo com o apresentado no Balanço Térmico.

Na Figura 3 é apresentado um modelo de balanço hídrico.

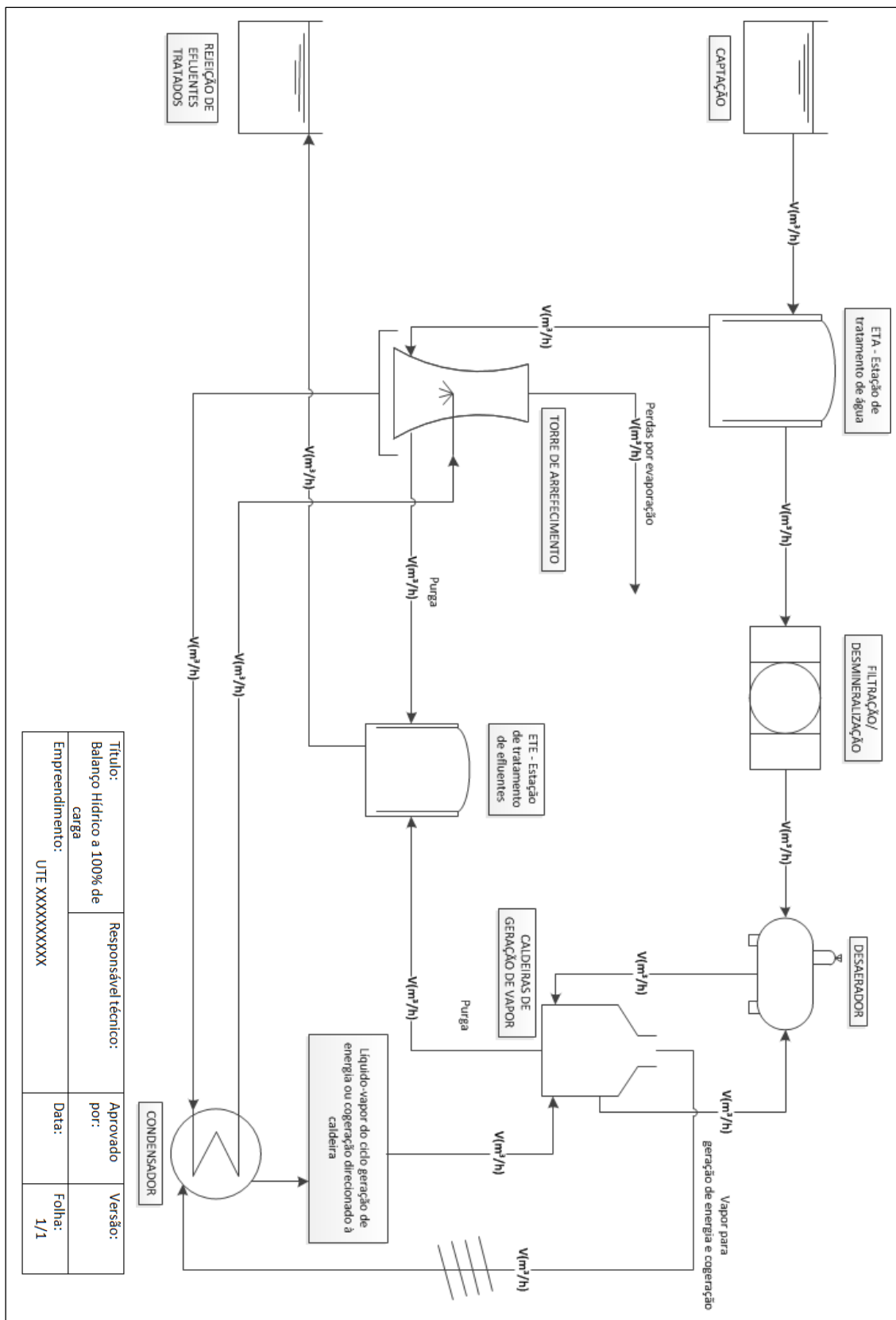


Figura 3 – Fluxograma do balanço hídrico de um ciclo de potência a vapor.

6.2 Empreendimentos Fotovoltaicos

Para empreendimentos fotovoltaicos, a Estimativa de Produção de Energia deverá contemplar as seguintes informações:

- a) Descrição da metodologia e dos modelos empregados para o cálculo da irradiação no plano inclinado dos módulos (sejam fixos ou com rastreadores);
- b) Caracterização técnica dos equipamentos principais (módulos, inversores, cablagem, transformadores, etc);
- c) Descrição das séries e arranjos fotovoltaicos típicos, informando azimute e inclinação, e a interligação destes com os inversores;
- d) Devem ser discriminados e quantificados todos os fatores de perdas considerados para o cálculo da Estimativa de Produção de Energia, como: perdas por temperatura, sujeira, sombreamento, angulares, espectrais, degradação anual dos módulos ao longo do período contratual, *mismatch*, tolerância sobre a potência nominal dos módulos, ôhmicas na cablagem, eficiência do inversor, controle de potência máxima (*MPPT*), degradação inicial (*LID*), nível de irradiância, entre outros, a critério do projetista;
- e) Os valores de Produção Anual de Energia com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a 50% e 90%, considerando todo o período contratual em MWh;
- f) A Produção Média Mensal, em MWh, considerando as condições meteorológicas locais e os diversos fatores de perdas, inclusive a degradação média dos módulos fotovoltaicos ao longo do contrato;
- g) As incertezas padrão na estimativa de Produção Anual de Energia para o período de um ano e para longo prazo (mínimo 10 anos), contemplando as incertezas dos dados solarimétricos, da representatividade do período monitorado, da variabilidade interanual, da variabilidade espacial, da transposição para o plano dos módulos, do modelo e simulação energética e do cálculo de perdas da planta solar, calculadas de acordo com a norma ISO/IEC GUIDE 98-3:2008.

Os cálculos de Estimativa de Produção de Energia devem ser realizados utilizando o ano meteorológico típico descrito na Comprovação de Disponibilidade de Recurso Energético.

6.3 Empreendimentos Eólicos

Na estimativa de Produção de Energia de empreendimentos eólicos deverão constar as seguintes informações:

- a) A incerteza padrão na Produção Anual de Energia considerando e discriminando as incertezas de: medições anemométricas, correlação de longo prazo, extrapolação horizontal total, extrapolação vertical total, metodologia de cálculo do efeito esteira, curva de potência da turbina, variabilidade interanual

e outras. Para cada incerteza, deve ser informada a metodologia usada para seu cálculo;

- b) Os valores de Estimativa de Produção de Energia que são excedidos com probabilidades de 50% e 90% para uma variabilidade futura considerando todo o período contratual (P50 e P90), que devem considerar as condições meteorológicas locais, a densidade do ar, a degradação das pás e as perdas aerodinâmicas (efeito esteira);
- c) A “Curva de Potência x Velocidade do Vento” referente à densidade do ar padrão de $1,225 \text{ kg/m}^3$, com intervalos de 1 m/s, emitida pelo fabricante dos aerogeradores.
- d) O desenho indicando a localização e identificação dos aerogeradores, com as respectivas coordenadas (UTM) consideradas na simulação de produção de energia. Além disso, deverá ser também apresentada a Rosa dos Ventos;
- e) A Estimativa de Produção de Energia referente ao valor de P50, em MWh, deverá considerar as condições meteorológicas locais, a densidade do ar, a degradação das pás e as perdas aerodinâmicas (efeito esteira);

Deverá ser abordado o descritivo dos trabalhos realizados, contemplando, entre outros fatores, as características do empreendimento em questão, os parâmetros e critérios adotados, metodologias e softwares empregados para o cálculo da Estimativa da Produção de Energia.

6.4 Empreendimentos Hidrelétricos

Para apresentação das informações listadas abaixo, deve-se seguir as Instruções da EPE para Empreendimentos Hidrelétricos [2] (Apêndice ‘Determinação dos demais parâmetros técnicos para Usinas Não Despachadas Centralizadamente’, e o Glossário). São elas:

- a) Série histórica de vazões afluentes (item 4.5.1 destas Instruções);
- b) Vazões de uso consuntivo e remanescente;
- c) Evaporação líquida (médias mensais);
- d) Taxas de indisponibilidade programada e forçada;
- e) Consumo interno da usina;
- f) Características das unidades geradoras, como o tipo de turbina, rotação, potência unitária das turbinas e geradores, fator de potência nominal do gerador, engolimento máximo/ mínimo das turbinas e rendimentos da unidade

- geradora. Adicionalmente, deverá ser informada a elevação de referência da turbina;
- g) Curva-chave do canal de fuga, com a indicação de influência do vertimento, caso exista;
 - h) Curva "cota x área x volume" do reservatório;
 - i) Perdas hidráulicas compatíveis com o a vazão e com o circuito de geração indicado no projeto cadastrado.

7 REQUISITOS GERAIS DA DOCUMENTAÇÃO

A documentação com vistas ao Cadastramento e à Habilitação Técnica de Propostas de Solução de Suprimento deve satisfazer, além dos critérios estabelecidos no capítulo 4, às seguintes condições gerais:

- a) O cadastramento das Propostas de solução de suprimento deve seguir o estipulado na Portaria MME nº 67/2018, na Portaria de diretrizes publicada para cada leilão dos Sistemas Isolados, e nos documentos publicados pela EPE visando orientar a elaboração de tais propostas;
- b) Deverá ser fornecido no ato do cadastramento um CD, DVD ou pen drive contendo toda a documentação necessária à efetivação do cadastro de uma única proposta de suprimento. Essa mídia deverá ser identificada com o nome do agente vendedor e do(s) Sistema(s) Isolado(s) a que se refere(m) o projeto. A documentação deve ser apresentada respeitando a nomeação e a sequência indicada no ANEXO I – Modelo de Requerimento de Cadastramento e Habilitação Técnica de Propostas de Solução de Suprimento para Sistemas Isolados;
- c) O CD, DVD ou pen drive será testado, no ato do cadastramento, a fim de verificar a integridade dos arquivos e, se defeituoso, não será aceito e o empreendimento não será cadastrado;
- d) O empreendedor, sob sua responsabilidade, poderá efetuar o cadastramento das propostas de solução de suprimento através do envio da documentação pelos correios. Neste caso, o cadastramento será ultimado, desde que toda a documentação requerida para este fim chegue à EPE até a data limite para cadastramento estabelecida na norma legal, específica do leilão. Destaca-se

- que, caso a documentação esteja incompleta, o cadastramento não será efetuado e a documentação será devolvida ao empreendedor;
- e) Os documentos assinados devem ter as firmas reconhecidas e as cópias dos documentos deverão ser autenticadas. Os documentos devem ser escaneados e gravados após estes atos;
- f) Todos os documentos deverão ser apresentados em português em todas as suas partes e componentes, inclusive os desenhos. No caso de documentos apresentados em língua estrangeira, deve ser fornecida a tradução, apresentada no mesmo padrão de formatação do documento original;
- g) Deverá ser adotado o Sistema Internacional de Unidades;
- h) Mapas e plantas de localização do empreendimento devem ser apresentados em escalas apropriadas que permitam a identificação clara de todos os seus elementos, abrangendo o local de usina e sua área de influência. Reduções ou ampliações de desenhos, mapas, plantas e gráficos apresentados devem ter suas escalas devidamente ajustadas;
- i) Após o cadastramento, a alteração dos representantes na EPE deverá ser solicitada à EPE, através de uma carta assinada por um responsável devidamente identificado e comprovadamente vinculado à empresa que cadastrou o projeto.

Ressalta-se ainda que é de inteira responsabilidade do empreendedor:

- Certificar-se de que os arquivos apresentados estejam em formato adequado e legíveis, digitalizados de maneira a permitir sua leitura integral, sob pena de tornar seu cadastro ineficaz devido à incompletude da documentação;
- Guardar a documentação original ao longo de todo o processo de análise técnica, bem como assegurar que todos os documentos apresentados no cadastramento e também como documentação complementar sejam idênticos aos originais, inclusive assinaturas, autenticações e reconhecimentos de firma;
- Entregar à EPE, caso um empreendimento de sua responsabilidade venha a sagrar-se vencedor em um leilão, via impressa dos documentos originais

analisados pela EPE e que resultaram na Habilitação Técnica, no prazo de 10 (dez) dias, contados a partir da data de realização do leilão.

7.1 Endereço para envio de correspondência

O horário para entrega, na EPE, de documentação relativa aos Leilões de Energia será de 9:00 às 16:00, salvo quando for expressamente previsto em Portaria horário diferenciado.

Endereço da EPE:

Empresa de Pesquisa Energética – EPE
Av. Rio Branco, nº 1, 11º andar – Centro
Rio de Janeiro/RJ
CEP: 20090-003
A/C: "LEILÕES DE ENERGIA – SISTEMAS ISOLADOS"

7.2 Envio de documentação complementar

Ao longo da análise técnica poderão ser solicitados pela EPE documentos complementares, de forma a dar continuidade ao processo de análise. Os documentos complementares deverão ser enviados em meio digital, e em conformidade com o item 7 destas Instruções, em resposta direta às respectivas solicitações, exceto quando expressamente solicitados também em meio físico, quando deverão ser enviados para o endereço indicado anteriormente. Documentos enviados pelo empreendedor sem solicitação expressa dos analistas responsáveis poderão ser desconsiderados durante o processo de análise.

Documentos complementares em formato digital deverão ser encaminhados para sistema.isolado@epe.gov.br, identificando-se explicitamente o projeto em referência e o(s) Sistema(s) Isolado(s) contemplado(s).

8 DESISTÊNCIAS

Caso o empreendedor queira declinar da participação de uma Proposta de Solução de Suprimento em um leilão para o qual a mesma tenha disso cadastrada, esta desistência deverá ser formalizada através carta assinada pelo representante legal e com firma reconhecida, e enviada para o endereço eletrônico sistema.isolado@epe.gov.br e também, em sua via impressa, para o endereço da EPE indicado no item 7.

9 ANÁLISE E HABILITAÇÃO TÉCNICA

Destaca-se que com o objetivo de subsidiar o processo de análise técnica dos projetos, durante o processo de cadastramento e habilitação técnica a EPE poderá solicitar informações suplementares, documentos adicionais e esclarecimentos, conforme art. 11º da Portaria MME nº 67/2018.

Concluído o processo de análise técnica do Projeto de Referência e estando o mesmo adequado, a EPE procederá com a Habilitação Técnica, conforme previsto no Decreto nº 7.246/2010.

Referências

- [1] NREL, Getting Started Guide for HOMER Legacy (Version 2.68), Boulder: HOMER Energy, National Renewable Energy Laboratory, 2011.
- [2] EPE, “Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica de Empreendimentos Hidrelétricos (EPE-DEE-158/2007-r10),” 2017. [Online]. Available: <http://www.epe.gov.br>.
- [3] Brasil, Decreto nº 7.246, 2010.
- [4] IEA, “Technology Roadmap Energy Storage,” 19 03 2014. [Online]. Available: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,36573,en.html>.
- [5] ANA, “Manual de Procedimentos Técnicos e Administrativos de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas,” Agência Nacional de Águas, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2013.
- [6] ANEEL, “Guia do Empreendedor De Pequenas Centrais Hidrelétricas,” Agência Nacional de Energia Elétrica, Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2003.
- [7] Eletrobrás, “Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas,” Centrais Elétricas Brasileiras S.A., Ministério de Minas e Energia, Janeiro, 2000.
- [8] EMAE, “Elevatórias,” Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A., [Online]. Available: <http://200.144.28.204/conteudo.asp?uid=256>. [Acesso em 26 05 2014].
- [9] MME - Ministério de Minas e Energia, Portaria nº 67, 2018.

Apêndice I – Suprimento de Sistemas Isolados

A. Situação dos Sistemas Isolados

De acordo com os dados enviados à EPE pelas concessionárias localizadas nos Sistemas Isolados, havia no ano de 2016, cerca de 200 sistemas isolados na região amazônica – composta por regiões dos estados de Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Rondônia, Roraima e Pará – sem previsão de conexão ao SIN até o ano de 2026. Além destes, há ainda o Sistema Isolado de Fernando de Noronha, no estado de Pernambuco que, assim com os demais não apresenta previsão de conexão com o SIN.

A dimensão destes sistemas é bastante variada, existindo sistemas pequenos, com demanda máxima de 5 kW (ex.: Vila Tanauau – RR), até sistemas de porte bem mais elevado, com demanda máxima superior a 35.000 kW (ex.: Itacoatiara – AM), ambas as demandas referindo-se ao ano de 2017.

Dividindo os sistemas isolados em grupos de acordo com a sua demanda obtemos o Quadro abaixo com a evolução prevista da demanda máxima média entre os anos de 2016 e 2026, de acordo com o mercado aprovado pela EPE – ciclo 2016.

Quadro 2 – Demanda máxima média dos Sistemas Isolados. Fonte: EPE

Grupo	Quantidade de Localidades (2016)	Demanda máxima média 2016 (kW)	Quantidade de Localidades (2026)	Demanda máxima média 2026 (kW)
Até 100 kW	83	17	79	24
De 100 kW a 1.000 kW	52	385	41	440
Acima de 1.000 kW	117	6.307	87	7.026

Historicamente, os Sistemas Isolados têm sido atendidos pelas próprias Distribuidoras ou por Produtores Independentes de Energia – PIE, através de sistemas motorizados tendo como combustível o óleo diesel.

Entretanto, de acordo com o recomendado no Decreto nº 7.246/2010 e no art. 8º da Portaria MME nº 67/2018, o fornecimento de energia elétrica nos Sistemas Isolados

deve “buscar a eficiência econômica e energética, a mitigação de impactos ambientais e a utilização de recursos energéticos locais, visando atingir a sustentabilidade econômica da geração de energia elétrica”.

Desta forma, o suprimento energético destas localidades somente a óleo diesel contrasta com o preconizado pela regulação e com o desejado pela sociedade atual que é a crescente utilização de fontes de energia renováveis. Aliado a isto, os resultados dos últimos leilões para atendimento a Sistemas Isolados revela que a parcela do custo com combustíveis representa, em geral, de 70% a 90% do custo total de geração nos Sistemas Isolados.

Visto que, em geral, a energia produzida através de geradores a diesel tem custo mais elevado que a geração hidráulica, presente em grande parte do SIN, a atual regulamentação determina que a Conta de Consumo de Combustíveis – CCC reembolsará a diferença entre o custo total de geração de energia nos Sistemas Isolados e a valoração da quantidade correspondente de energia pelo custo médio do Ambiente de Contratação Regulada – ACR do SIN [3].

B. Alternativas de Atendimento aos Sistemas Isolados

Em um sistema isolado, a geração e o consumo de energia devem estar sempre em equilíbrio. Logo, o gerador deve sempre ter capacidade disponível para atender toda a carga a qualquer instante. Neste caso, a capacidade instalada de geradores tende a ser maior que a demanda, para se contar com uma reserva de geração para fazer frente à quebra de equipamentos (paradas forçadas).

Já em um sistema interligado, caso um gerador não tenha capacidade suficiente para atender uma carga, outro gerador com capacidade disponível pode atendê-la. Esta configuração permite a otimização das usinas geradoras, resultando em um parque gerador de menor potência se comparado com vários sistemas isolados análogos.

A Figura 4 é uma representação gráfica de ambos os sistemas.

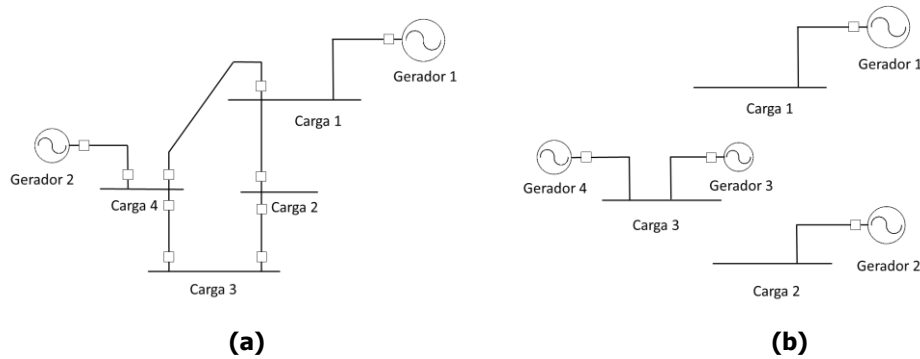


Figura 4 – Esquema de um sistema interligado (a) e vários sistemas isolados (b).

O Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) apresenta ambas as configurações. O Sistema Interligado Nacional (SIN), correspondente a maior parte do território nacional, é composto de inúmeros geradores e cargas, todos conectados, beneficiando-se dos intercâmbios de energia. Já cada localidade dos Sistemas Isolados, situados majoritariamente na região Norte do País, deve possuir geração suficiente para sua própria carga.

Conforme mencionado, a forma de atendimento aos Sistemas Isolados é feita, predominante, através de geradores a diesel. Entretanto, o atendimento também pode ser realizado utilizando combinações de diferentes fontes energéticas, tal qual recomenda a legislação.

A. Grupo Gerador a Diesel

Os sistemas de geração de energia elétrica contendo grupos geradores a diesel têm sido empregados no atendimento a sistemas isolados e regiões remotas ao redor do mundo durante muitas décadas. A região amazônica abriga diversos sistemas geradores deste tipo para o atendimento de pequenas (algumas dezenas de quilowatts) a grandes demandas (na ordem de alguns megawatts).

Um grupo gerador é formado por um motor e um gerador de corrente alternada acoplados e montados sobre uma mesma base. Este grupo é geralmente dotado de sistemas de controle e supervisão para seu funcionamento de forma autônoma. Os combustíveis mais utilizados nestes geradores são o diesel e, em menor escala, a gasolina.

Os sistemas geradores de energia elétrica com grupos geradores desempenham um bom papel ao acompanhar a demanda instantaneamente. Entretanto, estes sistemas costumam apresentar limitações quanto ao carregamento mínimo dos geradores, o que pode acarretar em situações de perda de eficiência ou desperdício de energia.

O funcionamento, operação e manutenção deste tipo de gerador são bastante difundidos na região amazônica devido ao grande número de sistemas operantes e ao longo período em que já são utilizados.

Entretanto, como o combustível não é produzido na mesma localidade em que é utilizado, os sistemas geradores baseados apenas em grupos geradores a diesel (ou gasolina) apresentam, entre outras, uma particularidade importante: a logística de abastecimento e armazenamento do combustível.

Especialmente na região amazônica, o transporte do combustível necessita utilizar, por vezes, dois modais diferentes (fluvial e rodoviário), estando sujeito às condições climáticas sazonais de cheias e secas dos rios. Por esta razão, em algumas localidades, há a necessidade de se armazenar combustível por longos períodos, podendo chegar até seis meses.

B. Sistemas Híbridos

Por definição, sistema híbrido é um sistema gerador de energia elétrica que utiliza mais de uma fonte de energia e, ao integrá-las, é possível superar as limitações inerentes a cada uma delas. Além disso, tais sistemas têm por objetivo gerar energia elétrica de forma otimizada, dependendo da disponibilidade dos recursos, e com custos mínimos.

Existem inúmeras configurações possíveis para os sistemas híbridos: diesel-solar, diesel-hídrico, diesel-solar-eólico e até mesmo solar-eólico-hídrico. A Figura 5 apresenta um diagrama esquemático de um sistema híbrido com diversas fontes.

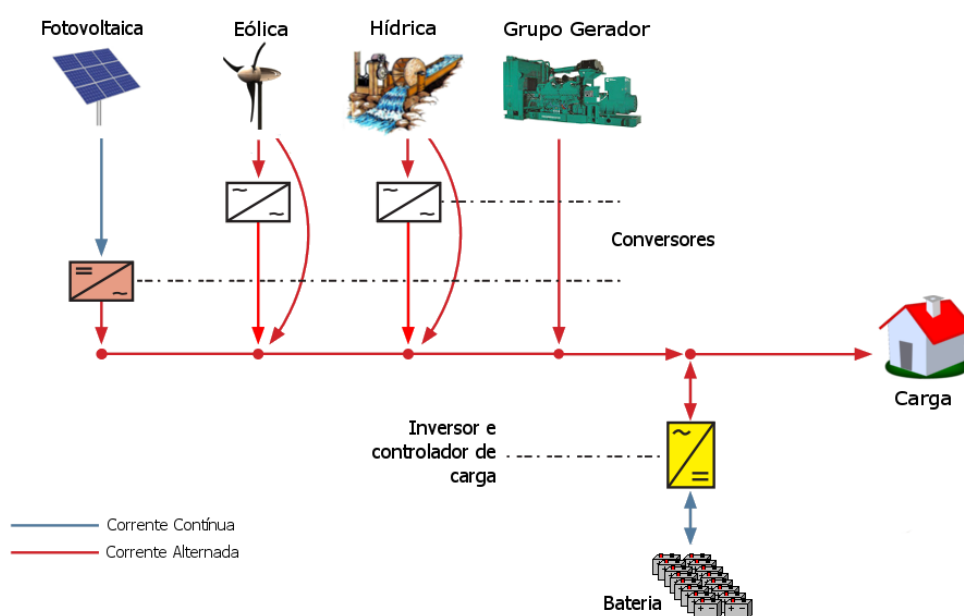


Figura 5 – Diagrama esquemático de um sistema híbrido. Fonte: Elaboração própria.

No caso apresentado pela Figura 5, a carga apresenta uma demanda instantânea e esta deverá ser atendida pela combinação das diversas fontes existentes, podendo ainda haver a utilização de sistemas de armazenamento.

As curvas apresentadas na Figura 6 são exemplos da operação de sistemas híbridos. Em cada curva está representada a carga demandada durante um dia típico e como cada fonte contribui para seu atendimento.

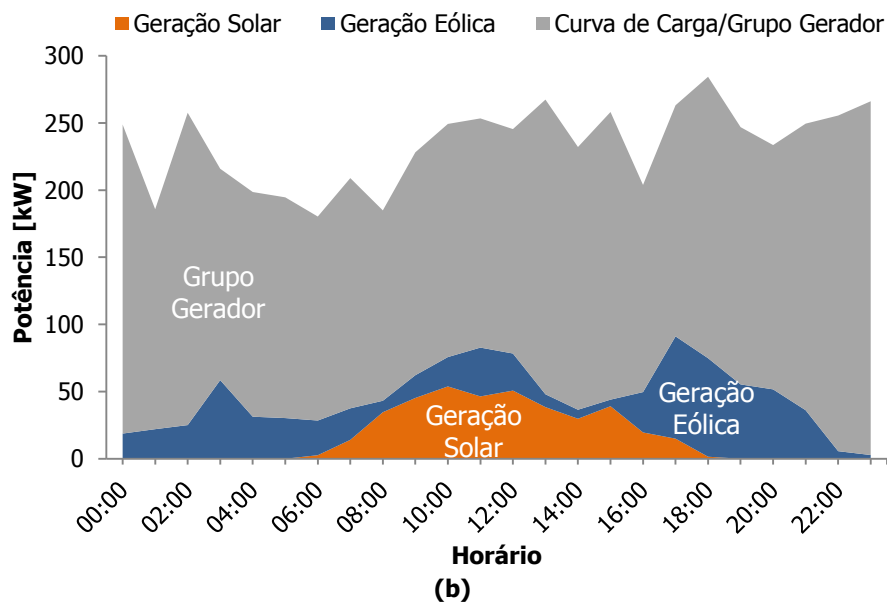
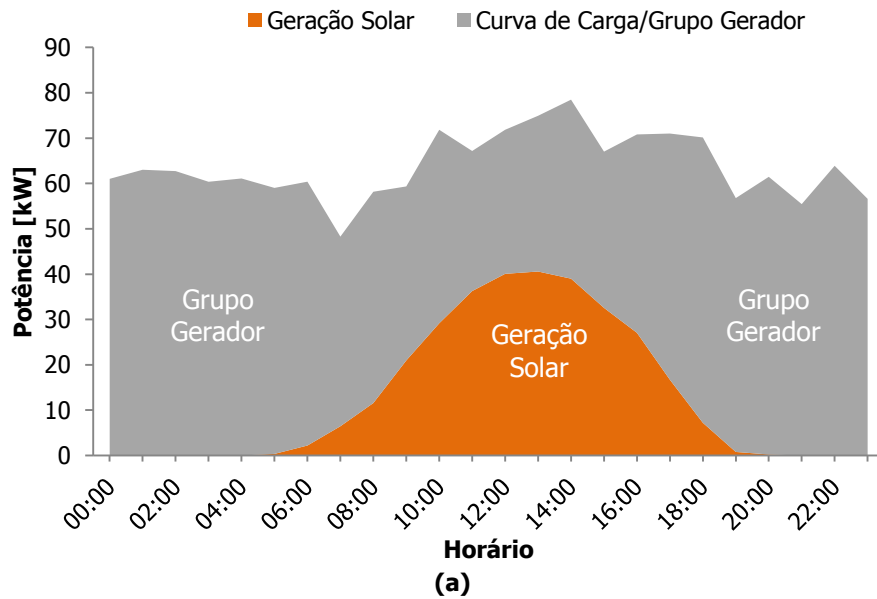


Figura 6 – Contribuição de diferentes fontes para a carga do sistema em um dia típico. (a) Caso de um sistema híbrido diesel-solar, e (b) caso de um sistema híbrido diesel-solar-eólico. Fonte: Elaboração própria.

Os sistemas híbridos podem ser classificados de diversas formas, segundo o tipo de configuração, porte dos sistemas etc. Uma classificação importante diz respeito à prioridade de uso das fontes de energia, isto é, se o sistema será baseado no recurso renovável ou no não renovável.

Nos sistemas baseados no recurso renovável, o grupo gerador servirá apenas como sistema de reserva (*back-up*) e suprirá a carga no momento em que não houver geração renovável suficiente, seja pela queda da fonte primária ou pelo aumento da carga.

Por outro lado, os sistemas baseados no recurso não renovável utilizam o recurso renovável apenas em alguns momentos, operando complementarmente aos grupos geradores. Ressalta-se que, nestes casos, a energia gerada por fontes renováveis é inferior à média da carga.

Em se tratando do suprimento de Sistemas Isolados ao longo do período contratual, há a possibilidade de hibridizar um sistema baseado em grupos geradores ao longo do tempo. A Figura 7 apresenta um exemplo de introdução de uma usina baseada em fonte renovável no sétimo ano de operação do sistema de geração para suprir o crescimento da carga.

O dimensionamento de cada um dos componentes do sistema híbrido deverá ser objeto de estudo específico para cada carga (local, cidade, região etc.) visto que depende de uma série de fatores, como disponibilidade de recursos, características da demanda local, estratégias de operação do suprimento e outras variáveis.

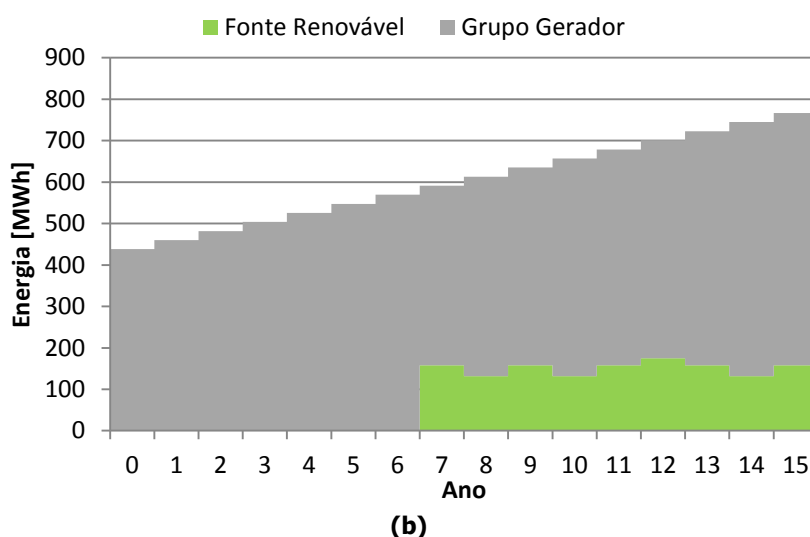
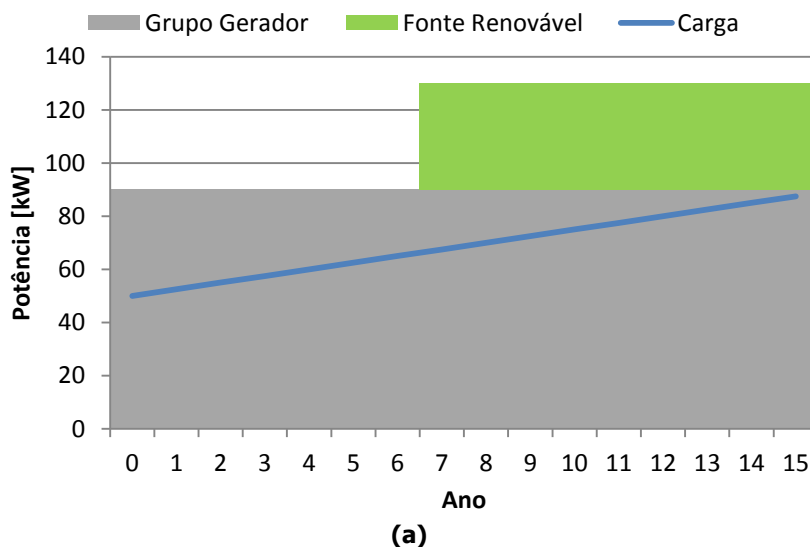


Figura 7 – Exemplo de hibridização de um sistema gerador durante o período de fornecimento contratual. (a) Capacidade instalada do grupo gerador e da fonte renovável, e (b) energia gerada por cada fonte ao longo do período de fornecimento. Fonte: Elaboração própria.

C. Armazenamento de Energia

O suprimento de energia elétrica tem uma característica particular. Em geral, a eletricidade produzida deve ser consumida imediatamente. Entretanto, quando este par geração-consumo não ocorrer no mesmo instante, faz-se necessária a utilização de armazenadores de energia. Os sistemas de armazenamento de energia têm, portanto, duas funções básicas.

A primeira, já mencionada, é suplantando a necessidade de se gerar a energia elétrica no mesmo instante em que ela é consumida, como por exemplo, as baterias de aparelhos eletrônicos e as fontes de alimentação ininterruptas (*UPS*).

A segunda função é atuar como um transformador de potência. Em outras palavras, o armazenador tem a capacidade de entregar em um curto período de tempo a energia que foi acumulada durante um período maior. Um exemplo deste fato são as baterias para partida de carros. Elas são capazes de entregar alta potência necessária para a partida do motor e são carregadas lentamente durante o funcionamento normal do carro.

Tratando de fontes intermitentes de energia, como solar e eólica, os sistemas armazenadores desempenham um papel fundamental. Tais fontes variam continuamente no tempo e não podem ser estocadas em sua forma primária. Desta forma, faz-se necessário armazenar o excedente de energia solar e/ou eólica quando a geração é maior que o consumo para o momento em que o inverso ocorre.

Existem diversas formas de armazenamento da energia elétrica. Vale ressaltar que o armazenamento se dá, majoritariamente, em outra forma de energia, podendo ser química, potencial, mecânica, térmica etc.

A forma mais comum de armazenamento de energia elétrica é na forma química através do uso de baterias. Por sua vez, existem diferentes tipos de baterias, destacando-se as de íons de lítio. Ainda, devido às contínuas pesquisas, as baterias tendem a se desenvolver ainda mais e a diminuir seus custos, desempenhando papel cada vez mais importante, inclusive no setor elétrico.

Como outra possibilidade de armazenamento, pode-se citar os reservatórios de acumulação de algumas usinas hidrelétricas. Em usinas hidrelétricas reversíveis, pode-se ainda consumir energia elétrica para bombear e acumular água no reservatório e posteriormente turbinar e produzir energia elétrica. Outras formas de armazenamento mecânico são os volantes de inércia e o armazenamento de ar comprimido. Estas duas tecnologias tem aplicações distintas. A primeira tem seu nicho em aplicações de potência e regulação de frequência, enquanto que a segunda tem maior utilização no armazenamento de energia [4].

Contudo, ambas as tecnologias, apesar de promissoras, encontram-se em estágios de demonstração e implantação, não havendo muitos exemplos práticos ao redor do mundo.

O armazenamento de energia na forma térmica pode ser inserido em dois locais diferentes na cadeia de transformação da energia, a depender do serviço necessário. Primeiramente, é possível armazenar a energia térmica, proveniente, por exemplo, do Sol ou calor residual para posteriormente gerar energia elétrica em turbinas a vapor.

Por outro lado, é utilizar energia elétrica para gerar calor ou frio e em seguida armazenar esta energia térmica para posterior utilização, como água quente (calor) ou em um frigorífico (frio).

Em se tratando de serviços, é possível ainda armazenar a energia elétrica em formato de serviço realizado. Na verdade, esta medida passa a fazer parte de uma estratégia de gestão da carga, conhecido pelo nome de *Demand-Side Management*. Um exemplo simples deste conceito pode ser ilustrado por um sistema de bombeamento da água. Este sistema pode ser programado para bombear água para um reservatório a qualquer momento em que houver excesso de geração de energia, por exemplo, de um sistema solar ou eólico. Desta forma há o armazenamento da água, ou seja, do serviço demandado.

Qualquer um dos sistemas de armazenamento mencionados acima pode ser incorporado a um sistema de geração de energia elétrica de forma a aumentar o aproveitamento de energias renováveis disponíveis no local. Desta forma é possível absorver, até certo grau, a intermitência de curto prazo de algumas fontes, tanto devido ao excesso como à ausência da energia da fonte em comparação com a carga instantânea.

Além disso, os sistemas de armazenamento também podem operar em conjunto com grupos geradores a diesel de forma a otimizar sua operação. Visto que estes apresentam níveis mínimos de carregamento, sistemas de armazenamento podem entrar em operação quando a carga for menor que este nível mínimo, evitando assim o desperdício.

D. Referências Complementares

Mais informações sobre Sistemas Híbridos podem ser encontrados no livro "Sistemas Híbridos - Soluções Energéticas para a Amazônia", publicado pelo Ministério de Minas e Energia por ocasião do Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS".

Este livro faz parte da coleção denominada "Soluções Energéticas para a Amazônia", constituída de cinco volumes, que abordam as seguintes tecnologias de geração de energia renovável:

- a) Pequenos Aproveitamentos Hidroelétricos;
- b) Sistemas Híbridos;
- c) Biodiesel e Óleo Vegetal in Natura;

- d) Combustão e Gaseificação de Biomassa Sólida; e
- e) Uma versão resumida de todas as tecnologias descritas anteriormente, intitulada Tecnologias de Energias Renováveis.

Os livros desta coleção encontram-se disponíveis no endereço <https://www.mme.gov.br/luzparatodos/>.

ANEXO I – Modelo de Requerimento de Cadastramento e Habilitação Técnica de Propostas de Solução de Suprimento para Sistemas Isolados

(a ser apresentado em duas vias idênticas para protocolo)

(Papel timbrado do empreendedor)

(local e data)

A EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE

Avenida Rio Branco nº. 1, 11º Andar.

CEP: 20090-003 - Rio de Janeiro - RJ

Diretoria de Estudos de Energia Elétrica

At : Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Assunto: Leilão : XX/20.... (citar o leilão) - Cadastramento para fins de Habilitação Técnica de Propostas de Solução de Suprimento para o(s) Sistema(s) Isolado(s) de (citar a localidade)

Referência: USINA/PROJETO *(nome do empreendimento ou do projeto)*

A *(nome da razão social do empreendedor)*, com CNPJ nº. *(informar o nº.)*, localizada à *(informar o endereço, município, CEP e UF)* vem, por meio de seu representante legal, requerer de V.Sª. o Cadastramento e a Habilitação Técnica do Projeto Alternativo *(informar o nome do projeto)*, com a finalidade de participar do leilão de compra de energia elétrica a ser realizado no dia *(informar a data do leilão)*, conforme estabelecido no Edital da ANEEL nº. *(informar o nº. e data)*.

Em atendimento às INSTRUÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE SOLUÇÃO DE SUPRIMENTO PARA OS SISTEMAS ISOLADOS, anexamos à presente solicitação mídia contendo uma via digitalizada dos documentos abaixo relacionados:

Anexo 1 – Memorial Descritivo do Projeto;

Anexo 2 – Anotações de Responsabilidade Técnica do(s) Responsável(is) Técnico(s);

Anexo 3 – Declaração de Responsabilidade pelo Fornecimento de Energia;

Anexo 4 – Documento de Aprovação do Projeto Básico Emitido pela ANEEL ou Autorização emitida pela ANEEL (caso aplicável);

Anexo 5 – Projeto Básico (caso aplicável);

Anexo 6 – Comprovação do direito de usar ou dispor dos terrenos associados (caso aplicável)

Anexo 7 – Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica/Outorga do Uso da Água (caso aplicável).

Além disso, informamos que o Interlocutor responsável junto à EPE pelo envio e recebimento de informações e/ou correspondências, bem como para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários, será o Senhor (a) *(informar o nome do interlocutor)*, cujos telefones, fax e e-mail são aqueles declarados abaixo, bem como o endereço para envio de correspondência.

Nome:

Telefone:

Fax:

E-mail:

Endereço:

Atenciosamente,

(cargo)

Assinatura do Representante Legal (com reconhecimento de firma)

ANEXO II – Modelo de Planilha de Orçamento

Agente Executor						
Nome do Projeto						
Data base						
Nº	Item	Quantidade	Unidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)	
1	Terreno		Global			
2	Meio ambiente		Global			
3	Obras civis		Global			
Geração Fotovoltaica						
4	Módulo		Pç			
	Estrutura para sustentação		kg			
	Controlador/conversor		Pç			
	Inversor		Pç			
	Baterias		Pç			
	Diversos (cablagem, caixas, quadros, proteções, etc.)		Global			
	Subtotal material					
	Montagem e testes		Global			
	Transporte e seguro		Global			
	Engenharia e administração		Global			
Subtotal outros custos						
Geração Eólica						
5	Gerador eólico		Pç			
	Torre para gerador com todos acessórios		Pç			
	Controlador/conversor		Pç			
	Inversor		Pç			
	Diversos (quadro, cabos, proteções, etc.)		Lote			
	Subtotal material					
	Sistemas auxiliares		Global			
	Montagem e testes		Global			
	Transporte e seguro		Global			
	Engenharia e administração		Global			
Subtotal outros custos						
Geração Térmica – Ciclo Rankine						
6	Equipamentos de estocagem e movimentação do combustível		Global			
	Equipamentos da ilha de potência		Global			
	Sistemas auxiliares		Global			
	Sistema de tratamentos de gases de exaustão		Global			
	Subtotal material					
	Montagem e testes		Global			
	Transporte e seguro		Global			
	Engenharia e administração		Global			
	Subtotal outros custos					
	Geração Térmica – Ciclo Diesel ou Otto					
7	Tancagem de combustível		Global			
	Grupo gerador		Pç			
	Sistemas auxiliares		Global			
	Subtotal material					
	Montagem e testes		Global			
	Transporte e seguro		Global			
	Engenharia e administração		Global			
	Subtotal outros custos					
	Diversos (caixas, quadros, cabos, proteções, etc.)					
				Global		
Sistema Remoto de Monitoramento da Geração						
8	Sistema de monitoramento		Global			
	Sistema de controle comercial		Global			
	Diversos (caixas, quadros, cabos, proteções, etc.)		Global			
	Subtotal material					
	Montagem e testes		Global			
	Transporte e seguro		Global			
	Engenharia e administração		Global			
	Subtotal outros custos					
Subestação da Usina						
9			Pç			
			kg			
			Pç			
Rede de Distribuição						
10			Pç			
			kg			
			Pç			

OBS: Para fonte hídrica, utilizar o Orçamento Padrão da Eletrobras – OPE

ANEXO III – Modelo de Cronograma

ETAPAS	Ano											
	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Leilão para atendimento SI (ANEEL)	█											
Assinatura do contrato (ANEEL/PIE)		█	█									
Aquisição de terreno			█									
Obtenção de licença de instalação			█	█	█							
Execução de obras civis				█	█	█	█					
Aquisição de equipamentos e materiais				█	█	█						
Transporte de equipamentos e materiais					█	█	█	█	█			
Montagem eletromecânica					█	█	█	█	█	█	█	
Construção da rede elétrica									█	█	█	
Obtenção da licença de operação									█	█	█	█
Comissionamento e teste											█	█
Início operacional												█

OBS: O cronograma acima estipulou o prazo de 12 meses, como exemplo, contados da realização do leilão até o início da operação. Para cada leilão deverá ser observado o prazo máximo para entrada em operação, estabelecido em Portaria Ministerial e/ou Edital.