

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA EM SISTEMAS ISOLADOS (TE SISOL)

Relatório dos Produtos 14, 15 e 16 – Produto 17

Como empresa federal de utilidade pública, a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH apoia o Governo Federal da Alemanha em seus objetivos na área de cooperação internacional.

Publicado por: Projeto Sistemas de Energia do Futuro

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH	Ministério de Minas e Energia (MME)
Sede social Bonn e Eschborn, Alemanha	
SCN Quadra 1 Bloco C Sala 1501, 15 andar, Ed. Brasília Trade Center. CEP 70711-902, Brasília-DF, Brasil Telefone: (61) 2101-2170 www.giz.de/brasil	Esplanada dos Ministérios, Bloco U Brasília/DF CEP: 70065-900 Telefone: (61) 2032-5555 www.gov.br/mme

Coordenação

Roberto Castro (GIZ)

Leticia Maciel (GIZ)

Gustavo Pires da Ponte (EPE)

Autores

Guilherme Galvão Nizoli – NewCharge Energy

Markus Vlasits – NewCharge Energy

Kevin Koji Hattori – NewCharge Energy

Colaboração:

Osvaldo Livio Soliano Pereira – CBEM

Tereza Mousinho – CBEM

Daniel Odílio dos Santos – IESS/IDEAL/FV UFSC

Marília Braga – IESS/IDEAL/FV UFSC

Revisão

Lucas do Nascimento – IESS/IDEAL/FV UFSC

Ricardo Rüther – IESS/IDEAL/FV UFSC

Comitê Técnico – Empresa de Pesquisa Energética (EPE)

Gustavo Pires da Ponte

Guilherme Mazolli Fialho

Aline Couto de Amorim

Michele Almeida de Souza

Paula Monteiro Pereira

Fotografia

Antônio Pereira/Semcom Manaus

O projeto Sistemas de Energia do Futuro integra a Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável e é implementado pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH e pelo Ministério de Minas e Energia com recursos do Ministério Federal da Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) da Alemanha.

Brasília, junho de 2024.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. ESTUDOS DE CASO AVALIADOS	6
2.1. SACAMBU-AM	6
2.2. OIAPOQUE-AP	6
2.3. FERNANDO DE NORONHA-PB	7
3. DEFINIÇÃO DAS SOLUÇÕES TÉCNICAS	8
3.1. SACAMBU-AM	8
3.2. OIAPOQUE-AP	8
3.3. FERNANDO DE NORONHA-PB	10
4. ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DOS RISCOS PRIORITÁRIOS	13
4.1. ERROS NA PROJEÇÃO DA CURVA DE CARGA	13
4.1.1 MANUTENÇÃO DO STATUS QUO	13
4.1.2 ELABORAÇÃO DE PREVISÕES MAIS ROBUSTAS PELO PODER CONCEDENTE	13
4.1.3 ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS DE CONSUMO	14
4.1.4 CENÁRIO ÚNICO COM OPÇÃO DE MAJORAÇÃO NO FUTURO	14
4.1.5 ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS PROPOSTAS	15
4.2. INDISPONIBILIDADE DE ÁREA E DIFICULDADES NA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA	16
4.2.1 MANTER STATUS QUO	16
4.2.2 SOLICITAR DO EMPREENDEDOR A DOCUMENTAÇÃO COMPROVATÓRIA	17
4.2.3 PUBLICAÇÃO DE ESTUDO INDICATIVO DE ÁREAS DISPONÍVEIS PELO PODER CONCEDENTE	17
4.2.4 USO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	18
4.2.5 ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS PROPOSTAS	21
4.3. DIMENSIONAMENTO INADEQUADO DA SOLUÇÃO RENOVÁVEL	22
4.3.1 MANTER O STATUS QUO	22
4.3.2 INCLUIR SOLICITAÇÃO DE MEMÓRIA DE CÁLCULOS NOS DOCUMENTOS A SEREM APRESENTADOS PARA A HABILITAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO	23
4.3.3 REALIZAR MEDIÇÕES DETALHADAS	24
4.3.4 ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS PROPOSTAS	24
5. PARECER JURÍDICO	26
5.1. UTE SACAMBU AMAZONAS	27
5.1.1 INFORMAÇÕES GERAIS	27
5.1.2 ANÁLISE CONTRATUAL	27
5.1.3 ANÁLISE DE TEMAS AMBIENTAIS	29
5.2. UTE OIAPOQUE AMAPÁ	33
5.2.1 INFORMAÇÕES GERAIS	33
5.2.2 ANÁLISE CONTRATUAL	33

5.2.3	ANÁLISE DE TEMAS AMBIENTAIS	35
5.3.	SISOL FERNANDO DE NORONHA PERNAMBUCO.....	40
5.3.1	INFORMAÇÕES GERAIS.....	40
5.3.2	ANÁLISE CONTRATUAL	41
5.3.3	ANÁLISE DE TEMAS AMBIENTAIS	42
6.	SOLUÇÃO DE HIBRIDIZAÇÃO PARA SACAMBU-AM	45
6.1.	PERFIL DE CONSUMO E DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	45
6.2.	CARACTERÍSTICAS LOGÍSTICAS DA LOCALIDADE	47
6.3.	DISPONIBILIDADE DE RECURSOS DE GERAÇÃO	47
6.3.1	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	47
6.3.2	ARMAZENAMENTO	49
6.4.	ESCOPO DA HIBRIDIZAÇÃO E METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO TÉCNICA.....	50
6.5.	DIMENSIONAMENTO DA SOLUÇÃO DE HIBRIDIZAÇÃO	53
6.6.	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	54
6.7.	PRINCIPAIS CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	55
7.	CONCLUSÕES.....	57

1. INTRODUÇÃO

Este **PRODUTO 17** tem como objetivo apresentar um breve resumo dos conteúdos abordados nos produtos **14**, **15** e **16**, bem como apresentar a usina selecionada com as melhores condições para possível implantação do projeto piloto e desenvolvimento do projeto conceitual com a solução escolhida.

Ao longo do **PRODUTO 07**, bem como na etapa de visitas técnicas (**PRODUTOS 18 E 19**), foram avaliadas localidades buscando potenciais para um estudo de caso de hibridização. Dentre as localidades avaliadas, foram selecionadas três para avaliação mais detalhada nos produtos **14**, **15** e **16**. Esses estudos de caso estão localizados em Sacambu-AM, Oiapoque-AP e Fernando de Noronha-PB.

O **PRODUTO 14** apresenta soluções técnicas de hibridização para as três localidades avaliadas, considerando cenários diversos os quais buscaram compreender o impacto de variáveis financeiras e físicas no dimensionamento e viabilidade dos estudos de caso avaliados. O **PRODUTO 15** busca analisar e apresentar estratégias de mitigação de riscos com a hibridização. O **PRODUTO 16**, por sua vez, analisa questionamentos legais quanto ao processo de licitação e contratação de Soluções de Suprimento dos Sistemas Isolados e também, dedica-se a avaliar as questões de jurídicas identificadas no contexto dos estudos de caso selecionados.

Este documento apresenta um breve resumo dos estudos de caso avaliados (**CAPÍTULO 2**), das soluções de técnicas de hibridização (**CAPÍTULO 3**) e principais questões jurídicas identificadas (**CAPÍTULO 4**) para os três estudos de caso. O **CAPÍTULO 5** apresenta as estratégias de mitigação dos riscos prioritários identificados no **PRODUTO 15** e o **CAPÍTULO 6** apresenta em maiores detalhes as soluções avaliadas para a usina de Sacambu-AM, sendo essa usina selecionada para possível implantação do projeto piloto.

2. ESTUDOS DE CASO AVALIADOS

2.1. SACAMBU-AM

Sacambu é um distrito do município de Manacapuru, localizado no estado do Amazonas, que conta com uma demanda média de 298 kW e com um consumo anual de 1.486 MWh, consumo que, de acordo com Produtor Independente de Energia (PIE) da região, tem crescido ao longo do tempo.

Atualmente é alimentada por uma usina de energia de pequeno porte com 5 máquinas Scania 6 cilindros em linha (2 máquinas de 360kW e 3 de 250kW) e um consumo diário de 1000 L de Diesel.

Em geral, Sacambu possui uma logística baseada em rios navegáveis, que possuem uma grande variabilidade anual de níveis d'água, o que leva a grande problema no transporte de combustível, principalmente no período seco, no qual é comum um período de até 4 meses sem abastecimento, levando a uma necessidade de tancagem alta na localidade.

Para tal localidade, é avaliada uma proposta de hibridização visando reduzir a participação diesel, incluindo energia solar fotovoltaica e armazenamento.

2.2. OIAPOQUE-AP

Oiapoque é um município brasileiro localizado no extremo norte do estado do Amapá fazendo fronteira com a Guiana Francesa. Quanto a estrutura elétrica, no ano de 2015, o projeto vencedor do certame consistiu basicamente no uso de fonte térmica nos primeiros 5 anos, durante a construção da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Salto Cafesoca, e com a entrada em operação da UHE, a geração térmica seria reduzida.

Além da usina térmica a diesel de 12 MW de potência instalada, tancagem de 1,5 milhões de litros de combustível, e autonomia de até 45 dias, o sistema isolado possui também em operação uma Usina Solar (UFV) de 4,3 MWp.

Atualmente, junto à UFV, existe um sistema com uma câmera de monitoramento de nuvens, parte de um projeto de pesquisa e desenvolvimento em parceria com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), que realiza uma análise preditiva de nuvens de até 20 minutos, e que comunica o operador e este pode regular a geração a Diesel para suprir a demanda.

A PCH Salto Cafesoca, usina a fio d'água localizada no rio Oiapoque, está em fase de construção das ensecadeiras e terá 7,5 MW de capacidade instalada, com a possibilidade de adição de uma turbina e expansão se necessário. Esta não terá um barramento, somente um pequeno desvio e o canal de adução. A previsão de entrada em operação da PCH é 1º semestre de 2024.

Com a finalização das obras da PCH terá prioridade no despacho de energia, seguida pela UFV e a Usina Termoelétrica (UTE) será o sistema de backup. Entretanto, uma das preocupações que a equipe local possui com a geração solar é suprir a demanda de forma rápida mesmo com a ocorrência de nuvens, que gera uma queda considerável na geração.

O objetivo da avaliação nesta localidade será a inclusão de um sistema de armazenamento visando aumentar a confiabilidade do sistema frente à intermitência do recurso solar, visando reduzir eventual necessidade dos geradores à diesel como reserva girante do sistema.

2.3. FERNANDO DE NORONHA-PB

Fernando de Noronha é um arquipélago vulcânico com aproximadamente 26 km² de extensão pertencente ao estado de Pernambuco, cuja atividade econômica principal é o turismo. Está situado a cerca de 350 quilômetros da costa nordeste do Brasil.

A geração de energia do arquipélago ocorre majoritariamente através de uma usina a diesel, denominada UTE Tubarão, mas Fernando de Noronha também conta com pequenas usinas fotovoltaicas e até mesmo um pequeno sistema de armazenamento, como será detalhado nos capítulos posteriores.

A transição energética é de grande interesse da comunidade local e da empresa responsável pela geração e distribuição de energia elétrica. Porém, apesar de existir interesse e projetos de pesquisa em andamento (um deles é com o *MIT Energy Initiative*), diversos gargalos acabam dificultando a transição no ritmo necessário para acompanhar o crescimento de demanda da região (de cerca de 4,4 % ao ano) sendo que no último ano segundo a distribuidora local, ficou próximo dos 8 %.

O objetivo da análise será um estudo de viabilidade técnica e econômica de uma expansão de geração renovável, observando questões logísticas e impactos ambientais na fauna local.

3. DEFINIÇÃO DAS SOLUÇÕES TÉCNICAS

3.1. SACAMBU-AM

Para esta localidade, foi proposta como alternativa de hibridização a combinação de energia solar fotovoltaica com a utilização de tecnologias de armazenamento eletroquímica considerando dois cenários: Cenário Verde e Cenário Cinza. O Cenário Verde considera uma situação favorável para renováveis, com menores valores de CAPEX e desfavorável para fósseis, com custos mais elevados de combustível e menor eficiência de máquinas. Por sua vez, o Cenário Cinza considera um cenário desfavorável para renováveis, com maiores valores de CAPEX e favorável para fósseis, com custos reduzidos de combustível.

A avaliação demonstrou que em qualquer cenário, mesmo no mais propício ao uso de diesel, tendo o CAPEX de fotovoltaico e BESS elevado e o seu custo anual tendo um acréscimo inferior ano a ano, a hibridização da planta de Sacambu é viável. Fatores como a limitação de área são empecilhos para que haja uma potencialização do resultado e precisam ser analisados com mais cautela no local, e entender os impactos da região que se pretendem ser implantados tais projetos, visando entender problemas como planícies inundáveis em períodos de chuva.

Outro ponto destacado foi o impacto que o horizonte contratual terá na hibridização de plantas existentes. Na localidade de Sacambu, a disponibilidade de ainda possuir um contrato de 10 anos vigente, torna o projeto atrativo do ponto de vista de viabilidade de implementação, sendo o mais breve possível.

3.2. OIAPOQUE-AP

Para a localidade de Oiapoque foi considerada uma solução de hibridização considerando a combinação das fontes renováveis provenientes da PCH Salto Cafesoca, da UFV, de um sistema de armazenamento e diesel como backup. Segundo o estudo, a bateria poderia desempenhar um papel crucial na manutenção da estabilidade da rede em Oiapoque-AP durante períodos em que a energia é proveniente de fontes renováveis (Fotovoltaica+PCH) visando aplicar a disponibilidade de estabilidade elétrica, suprimindo possíveis intermitências e funcionando como uma fonte no modelo de “reserva girante”.

Essa participação impacta principalmente em condições específicas do sistema, onde ocorre a necessidade de manter, uma fonte com capacidade acima de 15% da carga existente

para fins de estabilidade e possíveis picos de demanda apresentadas na localidade. Isto é, em condições em que a renovável possui capacidade próxima, porém inferior aos 115% com relação a carga, o sistema de armazenamento entraria como uma base energética estável e robusta no ponto de vista de possíveis variações da rede. Esse fator agregaria em uma redução no número de partidas dos geradores, desgastes mecânicos, além da diminuição de gastos existentes de combustíveis, que poderá inclusive ocorrer fora do ponto ótimo de consumo nas suas flutuações de carga.

De acordo com as simulações realizadas no estudo, um sistema de armazenamento de 5.457 kW com uma hora de autonomia poderia trazer uma economia considerável de combustível para a localidade. Em termos mensais, o sistema de armazenamento permitiria uma operação 100% renovável nos meses de fevereiro até julho, bem como uma operação em patamares bastante elevados de participação renovável em janeiro (97%), agosto (98%) e setembro (90%). No entanto, o impacto positivo do sistema de armazenamento nos meses de outubro até dezembro seria reduzido, sobretudo pela baixa geração da PCH, que chega a atingir em novembro uma geração 60% menor em relação aos meses de março até julho. Principalmente devido a estes meses de menor geração da PCH, o impacto na redução da participação da UTE no consumo fica bastante limitado, sendo reduzido de 11,8% de participação para 10,5%.

Todavia, apesar de bastante limitada em termos percentuais, em valores absolutos, a solução de armazenamento permitiria um deslocamento de 553 MWh/ano de geração fóssil, sem necessidade de expansão da geração renovável já disponível, podendo economizar mais de 4,5 milhões de litros de combustível e reduzir a emissão de quase 12,3 toneladas de CO₂ em 20 anos. Porém, para que o sistema de armazenamento avaliado seja viável economicamente, seria necessário um prazo de amortização de 20 anos, condições favoráveis de CAPEX e uma elevação nos preços do diesel, conforme Cenário Verde avaliado.

Ainda, vale pontuar que devido a limitação de geração renovável nos meses de seca, a expansão do sistema de armazenamento para além dos patamares avaliados, trariam pouco ganho em termos de redução da participação da UTE. Adicionalmente, uma expansão de energia renovável na localidade, dado patamar atual de consumo, seria aproveitado apenas nos meses de seca, sendo desperdiçado nos demais meses, nos quais já há superávit de energia renovável, conforme demonstrado anteriormente, dificultando a viabilidade econômica de tal expansão.

Por fim, poderia haver maior viabilidade em um sistema de armazenamento projetado para amortecer a intermitência da energia solar fotovoltaica. Além disso, a fonte renovável precisaria estar 15% acima da demanda momentânea para o desligamento da fonte fóssil. Com o sistema de armazenamento, esse fator poderá ser diferente pois a bateria poderá atuar quando necessário. Para essa funcionalidade, esperar-se-ia uma capacidade de armazenamento reduzida, com menor investimento de capital, voltada apenas para compensar oscilações bruscas de potência no sistema solar fotovoltaico que estivessem acima da capacidade de resposta da central hidrelétrica, dando tempo até o acionamento da usina termelétrica como backup. Porém, para avaliações técnicas e econômicas desta funcionalidade seriam necessários os resultados dos estudos de estabilidade elétrica da PCH, sua capacidade de modulação de carga, bem como sua curva prevista de geração com maior granularidade, dados estes que não foram compartilhados pelo empreendedor no âmbito deste estudo, impossibilitando que tais pontos pudessem ser contemplados. No entanto, recomenda-se para estudos e análises futuros a apuração desta possibilidade.

3.3. FERNANDO DE NORONHA-PB

Para o estudo de caso em Fernando de Noronha, foi estudada uma alternativa de hibridização envolvendo a associação de energia solar fotovoltaica com armazenamento. Nos cenários avaliados no estudo, considerou-se a instalação de 16.250 kWp de energia solar fotovoltaica. É importante ressaltar que essa penetração renovável poderá ser rapidamente reduzida ao longo dos anos principalmente devido ao crescimento de consumo de Fernando de Noronha de em média 4,4% a.a., patamar de crescimento este que se mantido ao longo dos anos, levará a uma grande dificuldade de manutenção de graus elevados de geração renovável, principalmente levando em consideração a limitação de área disponível para ampliação dessas fontes. Assim sendo, para redução da participação fóssil na localidade, é importante que sejam realizadas iniciativas visando a redução de consumo de energia elétrica, tais como ações de conscientização e de eficiência energética.

Com relação aos resultados das análises, evidencia-se a alta atratividade do investimento em fontes renováveis, mesmo em condições adversas, com altos valores de CAPEX e baixos níveis de preço dos combustíveis (Cenário Cinza). Por outro lado, a restrição de espaço na localidade e critérios ambientais, tornam o atendimento em patamares

superiores a 65% renovável, bastante complexos, principalmente quando se leva em consideração o aumento da carga ao longo dos anos.

Ainda, por se tratar de patamares de remuneração consideravelmente altos, se comparados ao custo de capital, seria possível a implementação de mecanismos de compartilhamento de ganhos entre o empreendedor e a sociedade, revertendo parte dos benefícios da descarbonização para a modicidade tarifária.

Por fim, dada complexidade de Fernando de Noronha, principalmente devido a restrições ambientais, logísticas e de área disponível, recomenda-se a elaboração de estudos de planejamento mais detalhados, contemplando pelo menos os seguintes pontos:

- Mapeamento exaustivo das alternativas de atendimento assim como foi realizado pela EPE em 2021, porém de forma efetiva em campo validar as capacidades que cada fonte realmente poderá ser empregada nos dias atuais e as medidas progressivas que cada uma pode ser implementada, considerando:
 - Com foco em solar FV, a confirmação *in-loco* da área de telhado instalável e do potencial de instalação de novas usinas de solo;
 - Mapeamento do potencial de geração eólica, considerando restrições ambientais e de logística, principalmente levando em considerações pontuações sociais e ambientais que os moradores e profissionais do setor ambiental impõem como obstáculos nesse tipo de tecnologia;
 - Aproveitamento de outras fontes alternativas disponíveis na ilha, como resíduos sólidos, entende-se que o consumo de energia por si só não seria mantido por essa fonte, mas poderia ser um viés, principalmente pelo fato da redução do custo logístico de envio de boa parte dos resíduos gerados na ilha até o continente ao ser feito o reaproveitamento de parte para geração de energia.
- Avaliar a possibilidade (potenciais custos e ganhos) da desverticalização do serviço de energia elétrica em Fernando de Noronha, visando maior liberalização de mercado e fomento de mecanismos competitivos na geração, mantendo a característica de monopólio natural apenas na distribuição, conforme modelo econômico adotado em demais localidades isoladas e no SIN.
- Desenvolvimento de plano energético e de descarbonização gradual, contemplando:

- Mecanismos de incentivo a geração distribuída e de armazenamento, a serem instalados tanto pela responsável pela geração e distribuição, quanto pelos consumidores;
- Fomento a ações de eficiência energética e de conscientização dos consumidores, visando reduzir o aumento da carga;
- Eventuais alterações de infraestrutura necessárias para expansão da geração renovável, como ajustes na infraestrutura elétrica de distribuição, subestações, ou mesmo ampliação de infraestrutura portuária.

4. ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DOS RISCOS PRIORITÁRIOS

4.1. ERROS NA PROJEÇÃO DA CURVA DE CARGA

Para a solução desta problemática, foram levantadas as seguintes alternativas:

- Proposta 4.1.1. - Consiste em não realizar nenhuma alteração no processo atual;
- Proposta 4.1.2. – Consiste no poder concedente fornecer previsões mais robustas de evolução da carga para as localidades, baseadas em estudos socioeconômicos;
- Proposta 4.1.3. – Consiste na elaboração diferentes cenários de consumo, levando em consideração diferentes trajetórias de desenvolvimento socioeconômico das localidades em questão;
- Proposta 4.1.4. – Consiste em elaborar um cenário base que será usado para contratar a solução de suprimento de energia do leilão, complementado por datas futuras em que o poder concedente poderá revisar seu cenário de consumo.

4.1.1 MANUTENÇÃO DO STATUS QUO

Para a avaliação desta proposta, deve-se considerar que estudos deste tipo demandariam um investimento de tempo e recursos consideráveis pelo poder concedente, além de possuírem um elevado número de variáveis, que dada a dinâmica das localidades isoladas, possuem alto nível de incerteza atrelado. Mesmo com avaliações robustas, não seriam esperadas reduções nos níveis de risco na mesma proporção dos recursos investidos. Desta forma, a alternativa não é recomendada.

4.1.2 ELABORAÇÃO DE PREVISÕES MAIS ROBUSTAS PELO PODER CONCEDENTE

Seria desejável que o poder concedente empreendesse seus melhores esforços para providenciar a melhor qualidade de dados possíveis aos empreendedores. Neste sentido, recomendamos que na hora de preparar a documentação referente ao consumo das localidades sejam consultadas todas as entidades que possam ter informações relevantes, especialmente as concessionárias de energias (essas não só são consultadas como elaboram as previsões) e as prefeituras dos municípios envolvidos. Será importante reunir todas as informações possíveis, especialmente alterações no patamar de consumo, como por exemplo a previsão de entrada ou saída de grandes consumidores, ou tendências migratórias. Evidentemente, campanhas de eficiência energética, a serem realizadas por parte das distribuidoras de energia, também podem ter um impacto relevante na previsão de consumo.

Importante ressaltar que em algumas localidades remotas, as Forças Armadas respondem por uma parte relevante do consumo, e, conseqüentemente, decisões sobre alterações da presença das Forças Armadas nestas localidades deveriam ser levadas em consideração. Em suma, seria importante que o poder concedente reunisse todas as informações disponíveis no momento de elaborar a informação técnica para poder minimizar aquelas alterações de consumo que de alguma forma podem ser previstas.

4.1.3 ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS DE CONSUMO

Como alternativa, o poder concedente poderia definir um número limitado de cenários de consumo para cada localidade, incorporando as incertezas inerentes à evolução futura de consumo. No entanto, a definição destes cenários apenas mostrará o tamanho da incerteza referente ao consumo futuro, mas não ajudará em mitigar seus efeitos. Tendo em vista as penalidades cobradas no caso de um eventual não suprimento de energia, o empreendedor, na hora de elaborar seu projeto, sempre partirá do cenário com o consumo mais elevado, devolvendo o custo da incerteza ao poder concedente.

4.1.4 CENÁRIO ÚNICO COM OPÇÃO DE MAJORAÇÃO NO FUTURO

Esta proposta consiste na definição de um cenário de consumo a ser utilizado como premissa única para o leilão, complementado por datas futuras nas quais o poder concedente poderá majorar sua projeção de consumo. Adicionalmente, este cenário poderá conter uma certa margem de majoração de carga, a ser atendida através do gerador termoelétrico e compensado mediante aumento da receita variável. Esta proposta poderia trazer os seguintes resultados.

- **Contratação da solução híbrida** - no momento de elaborar sua proposta para o leilão o empreendedor continuará ofertando uma solução renovável otimizada, e apenas terá que assegurar que o gerador de contingência possa atender o 'range' de majoração. Importante que este 'range' seja definido da forma mais específica possível, ou seja, não apenas como um possível aumento da carga média, mas como alteração na curva de carga diária.
- **Datas futuras de aumento de carga** - caso o poder concedente opte em aumentar a previsão de carga em datas futuras, o empreendedor poderá aumentar a capacidade de geração renovável e da capacidade de armazenamento conforme

necessário. Este aumento a posteriori trará uma maior eficiência a solução renovável, já que investimentos necessários para atender aumentos futuros poderão ser postergados e não serão incorporados no cenário base utilizado para participar no leilão. Será importante que aumentos futuros sejam definidos da maneira mais específica possível, detalhando as datas de ativação da opção de majoração, data até quando o aumento da capacidade de geração deverá ser implementado, montante de aumento, e curva de carga após alteração.

Importante observar que a incorporação de uma cláusula de majoração não será totalmente neutra, com relação à solução proposta pelo empreendedor, já que certos componentes da solução híbrida, tais como transformadores ou inversores provavelmente desde o início serão dimensionados para atender o cenário de majoração. No entanto, os demais componentes, tais como módulos fotovoltaicos, e banco de bateria poderão ser adicionados posteriormente, desde que a localidade ofereça área para instalação.

Importante observar também que esta proposta não traz nenhuma vantagem em caso de redução de consumo, já que o empreendedor precificará a curva de carga fornecida pelo poder concedente para o leilão e porque uma posterior redução da carga não afetará a receita fixa.

4.1.5 ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS PROPOSTAS

Em resumo, podemos constatar que existem algumas medidas para postergar decisões de investimentos necessários para atender aumentos futuros de carga. No entanto, em linhas gerais o empreendedor propondo uma solução renovável ou uma solução híbrida dependerá das informações de carga a serem fornecidas pelo poder concedente. Será essencial que o poder concedente tomasse todas as medidas possíveis para minimizar a incerteza com relação à evolução do consumo e oferecesse aos empreendedores a melhor base de dados possíveis.

A relação das alternativas propostas, se daria conforme apresentado na **TABELA 1**, sendo recomendada a adoção em conjunto das propostas **4.1.2**, e **4.1.4**.

TABELA 1 - AVALIAÇÃO DAS AÇÕES MITIGATÓRIAS PARA ERROS NA PROJEÇÃO DA CURVA DE CARGA.

#	Proposta	Eficácia	Eficiência	Economicidade	Descarbonização
4.1.1.	Manter status quo	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro
4.1.2.	Previsões mais robustas	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
4.1.3.	Cenários de consumo	Negativo	Neutro	Neutro	Neutro
4.1.4.	Cenário único + opção para majoração	Positivo	Positivo	Neutro	Positivo

4.2. INDISPONIBILIDADE DE ÁREA E DIFICULDADES NA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA

Para a solução desta problemática, foram levantadas as seguintes alternativas:

- Proposta 4.2.1. – Consiste em não realizar nenhuma alteração no processo atual;
- Proposta 4.2.2. – Consiste em solicitar do empreendedor, na etapa de habilitação técnica, a documentação comprobatória de direito de uso da terra, ou de negociação avançada para obtenção desta documentação;
- Proposta 4.2.3. – Consiste em publicar junto aos anexos do leilão, estudo indicativo, elencando áreas disponíveis nas localidades;
- Proposta 4.2.4. – Proposta complementar à proposta 5.2.3. – Incentivar o uso de área construídas mediante sistemas de geração distribuída.

4.2.1 MANTER STATUS QUO

Atualmente, as diretrizes da EPE estabelecem que o empreendedor, para habilitar um projeto solar ou eólico, precisa apresentar o memorial descritivo e a anotação de responsabilidade técnica (ART) do engenheiro/a responsável. Diferente de projetos de biomassa, ou de usinas hídricas, não é exigida nenhuma comprovação com relação aos direitos de uso de terrenos que seriam necessários para implementar a usina fotovoltaica ou eólica. Com base nas entrevistas e análises realizadas ficou evidente que a (in)disponibilidade de área para instalação dessas tecnologias seria um dos principais desafios para a adoção dessas tecnologias em sistemas isolados na Amazônia. Consequentemente, recomendamos que a questão de disponibilidade e do acesso a terrenos seja levada em consideração na etapa de habilitação de projetos.

4.2.2 SOLICITAR DO EMPREENDEDOR A DOCUMENTAÇÃO COMPROVATÓRIA

Esta proposta contempla a possibilidade que o empreendedor, no momento de habilitação dos seus projetos, apresentar uma comprovação de direito de uso do terreno que seria necessária para implementar o projeto de geração fotovoltaica ou eólica a ser habilitado, igual como é exigido em leilões de energia de reserva. Para aqueles leilões o empreendedor precisa comprovar o direito de usar ou dispor do local da UFV, além licença de estudo ambiental e do parecer de acesso. Para sistemas isolados, a exigência de comprovar o direito de uso, por exemplo através de contrato de arrendamento ou compra de terreno, é problemático.

Devido aos processos de desmatamento na Amazônia, um crescente número de municípios a serem atendidos por sistemas isolados em tese teria disponibilidade de área desmatada, ou até degradada. No entanto, as dificuldades na regularização fundiária complicam, ou até tornam impossível a comprovação de direito de uso de terreno. Disse um dos empreendedores entrevistados: *“Enquanto o terreno não tem valor, ninguém é dono, mas quando o terreno tem valor aparece uns 300 posseiros”*. Consequentemente, a exigência de apresentar a documentação comprovatória no momento da habilitação do projeto parece inviável e muito provavelmente contribuirá para inviabilizar projetos com geração renovável solar fotovoltaica ou eólica, mesmo se outros ajustes, como por exemplo as alterações na metodologia de precificação, conforme proposto no **PRODUTO 5**, forem implementados.

4.2.3 PUBLICAÇÃO DE ESTUDO INDICATIVO DE ÁREAS DISPONÍVEIS PELO PODER CONCEDENTE

Esta proposta contempla a possibilidade de a EPE, em colaboração com as distribuidoras de energia da região, realize um estudo prévio avaliando a disponibilidade de áreas para os municípios a serem atendidos nos próximos leilões. Este estudo prévio deveria contemplar as seguintes análises:

- Estimativa de área necessária para atendimento do município através de fontes renováveis;
- Levantamento de áreas tecnicamente disponíveis para implantação de fontes renováveis. Recomenda-se que sejam incluídos neste levantamento todas as áreas desmatadas que por suas características topográficas e de distância até o município a ser atendido apresentam viabilidade para a implementação de tais projetos;

- Avaliação de titularidade dos terrenos em questão. Nesta etapa deveria ser dado especial atenção às áreas sob domínio público, como por exemplo áreas militares ou áreas de conservação ou florestas públicas que já sofreram desmatamento e degradação ambiental, devido a invasão de posseiros.

A conclusão deste estudo poderia ser publicada como parte da documentação técnica do edital e servir como indicação para as solicitações de habilitação e posteriormente para a apresentação de propostas para o leilão.

Evidentemente, o acompanhamento por parte dos órgãos públicos também será necessário após a conclusão do leilão. O mais adequado seria que o órgão estadual responsável por questão de cadastro de terrenos e regularização fundiária acompanhe a implementação do projeto do empreendedor vencedor e preste o apoio necessário para este possa arrendar ou adquirir os terrenos necessários para a implementação do projeto.

4.2.4 USO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

A nível nacional, a geração distribuída tem atingido taxa de crescimento extraordinário, superando 28 GW de potência instalada até abril de 2024. Diante do sucesso da geração distribuída a nível nacional, há que perguntar de qual forma esta modalidade de geração poderia contribuir para a descarbonização da matriz energética dos sistemas isolados brasileiros.

Em primeiro lugar, há que levar em consideração que a geração distribuída no âmbito de sistemas isolados hoje já é uma realidade. Fazendo um cruzamento de dados da EPE (foi utilizada a mais recente versão da nota técnica que trata do planejamento do atendimento aos sistemas isolados para identificar todos os municípios envolvidos) e da ANEEL (banco de dados online da GD, com dados até o dia 17/02/23), constatou-se que atualmente há mais de 53 MW de geração distribuída instalada em municípios atendidos por sistemas isolados. Aproximadamente 43% desses sistemas estão instalados em municípios isolados no estado do Roraima. Essa elevada participação é explicada pelo fato de Boa Vista ser a única capital da região Norte a não ser interconectada ao SIN. Chama atenção o número relativamente elevado de projetos de GD no estado de Rondônia (18,5 MW), tendo em vista que todos esses projetos foram realizados em municípios no interior do estado. Os estados de Pará, Acre e

Amazonas também contam com um número relevante de projetos de GD instalados em municípios isolados, atingindo uma potência instalada de 3 a 4 MW por estado. A **TABELA 2** apresenta um resumo da potência instalada de GD em municípios da região Norte que são atendidos por sistemas isolados.

TABELA 2 - POTÊNCIA INSTALADA DE SISTEMAS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORTE ATENDIDOS POR SISTEMAS ISOLADOS.

Estado	Total de potência instalada de GD (kW)	GD em municípios atendidos por sistemas isolados (kW)	Percentual Sisol
RR	23.511	22.781	97%
RO	183.729	18.459	10%
PA	506.603	4.328	1%
AC	44.205	3.925	9%
AM	103.532	3.687	4%
AP	25.783	95	0,4%
TOTAL	887.363	53.275	6%

Fonte: EPE, ANEEL, 2023.

Diante desses números há que se perguntar de qual forma a geração distribuída pode contribuir numa estratégia de descarbonização de sistemas isolados na Amazônia. Neste contexto há que abordar três aspectos: (1) viabilidade técnica, (2) viabilidade econômica e (3) viabilidade regulatória. Feito essas avaliações de viabilidade, é importante avaliar então quem seriam os agentes responsáveis por um uso crescente da GD – consumidores individuais, ou empreendedores atuando como produtores independentes de energia nos municípios isolados.

- **Viabilidade técnica da GD em sistemas isolados** – diante da restrição de áreas constatada nos municípios em questão, a modalidade de geração mais indicada seriam sistemas fotovoltaicos instalados em telhados de residências e edifícios. No entanto, a instalação de painéis fotovoltaicos em telhados requer uma estrutura física do telhado capaz de suportar o peso adicional desses painéis. Tem-se a percepção que em muitos municípios isolados será difícil encontrar um número significativo de edificações aptas para receber instalações fotovoltaicas. Além disso, é válido lembrar que o excesso de instalações GD poderá acarretar a necessidade de *clipping* dos inversores instalados – que ocorre automaticamente por meio de proteção do equipamento. Uma forma prática e eficaz para utilização desse excedente é a implantação de sistemas de

armazenamento locais ou centralizados utilizando energia remanescente como fonte para carregamento sem existir perdas de geração.

- **Viabilidade econômica da GD em sistemas isolados** – a viabilidade de qualquer sistema de GD, conforme a lei vigente no país, se dá pela expectativa do usuário de economizar na sua conta de luz. Quanto maior a tarifa de energia paga, menor será o prazo de amortização, e consequentemente, maior será a atratividade econômica do projeto de GD. Neste contexto, há que mencionar que os residentes de municípios atendidos por sistemas isolados pagam uma tarifa de energia subsidiada, menor que o real custo de geração da energia consumida por eles. Neste sentido, há um desincentivo tornando um projeto de GD economicamente menos atraente que ele seria na realidade de unidades consumidoras conectadas ao SIN.
- **Viabilidade regulatória da GD em sistemas isolados** – a legislação da geração distribuída (Lei 14.300) estabelece que a partir de 2023 novos usuários da GD terão que pagar, de forma gradativa pelo uso da rede de distribuição elétrica, o que resulta em uma gradativa diminuição da atratividade econômica de projetos de GD. No contexto de sistemas isolados, o direcionamento dado pela Lei 14.300 tem um efeito contraproducente. Afinal, seria importante criar condições para que o consumidor gere sua própria energia e colocasse o excedente à disposição do sistema isolado para reduzir a carga a ser atendida por geradores termoeletrônicos.

Com relação aos promotores de um crescente uso da GD no âmbito de sistemas isolados, podemos constatar o seguinte:

- **Uso de GD através de produtores independentes de energia** – seria possível estabelecer um mecanismo através do qual o empreendedor utilize os telhados de edificações de terceiros para a geração de energia. No entanto, entende-se que esta escolha pode resultar em vários problemas. Em primeiro lugar, resulta em elevada complexidade técnica já que cada projeto de geração, independente do seu tamanho, teria que ser planejado e implementado de forma individualizada. Em segundo lugar, há que suspeitar que haverá barreiras econômicas. Os proprietários dessas edificações certamente iriam exigir uma remuneração pelo uso dos seus telhados, e esta remuneração poderia tornar a solução de geração desnecessariamente cara, contrariando os princípios de modicidade tarifária;

- **Uso de GD pelos próprios consumidores de energia** – como alternativa seria possível criar condições nas quais os proprietários das edificações por iniciativa própria façam uso crescente da GD. Este uso descentralizado eliminaria a necessidade de remuneração pelo uso do telhado, já que cada usuário enxergaria seu próprio benefício no uso da GD. Resultaria também na descentralização da complexidade técnica, já que cada proprietário cuidaria do seu próprio projeto. Adicionalmente, haveria efeito positivo no mercado local de trabalho, já que a instalação de um crescente número de sistemas aumentaria por mão de obra qualificada.

É válido ressaltar que em maio de 2022 começou a vigorar para Sistemas Isolados a Resolução Normativa 1016 da ANEEL de 19/04/2022 que traz consigo a padronização do efeito da inclusão de outras fontes como a GD e/ou armazenamento de energia no âmbito de trabalho conjunto e redução dos consumos pertinentes ao uso de fontes fósseis.

4.2.5 ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS PROPOSTAS

Em resumo, podemos constatar que a GD de fato pode contribuir de forma positiva para a adoção de fontes renováveis em sistemas isolados, desde que haja condições adequadas para seu crescente uso. Como princípios norteadores sugere-se:

- Implementação do uso da GD através dos moradores e proprietários de edificações com áreas instaláveis;
- Aprimoramentos das condições econômicas e das regras de compensação para projetos de GD no âmbito de sistemas isolados. De fato, seria necessário criar uma exceção permitindo um tratamento diferenciado para este grupo de consumidores, tendo em vista que eles compensam a energia produzida pelos seus sistemas contra uma tarifa artificialmente baixa e que a injeção de energia excedente no caso de sistemas isolados seria uma atividade desejada que deveria ser encorajada.

Em resumo, recomenda-se que sejam adotadas as seguintes medidas – proposta no item **4.2.3.** (*Publicação de estudo indicativo de áreas disponíveis pelo poder concedente*) e proposta **4.2.4.** (*Maior uso da geração distribuída*), conforme é mostrado na tabela a seguir.

TABELA 3 - AVALIAÇÃO DAS AÇÕES MITIGATÓRIAS PARA INDISPONIBILIDADE DE ÁREA.

#	Proposta	Eficácia	Eficiência	Economicidade	Descarbonização
4.2.1.	Manter status quo	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro
4.2.2.	Solicitar comprovação do empreendedor	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
4.2.3.	Publicar estudo indicativo de áreas	Positivo	Neutro	Negativo	Positivo
4.2.4.	Uso de geração distribuída	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo

Fonte: Elaboração própria.

4.3. DIMENSIONAMENTO INADEQUADO DA SOLUÇÃO RENOVÁVEL

O correto dimensionamento da solução híbrida para sistemas isolados é de suma importância. Além disso, erros de dimensionamento podem afetar todas as três áreas de risco de relevância – segurança energética, modicidade tarifária, e redução das emissões de CO₂, decorrentes da queima de combustível fóssil no gerador de contingência.

Como ações mitigatórias desse risco, convém avaliar as seguintes medidas:

- 4.3.1. Manter o status quo, que consiste em não tomar nenhuma ação mitigatória, tendo em vista que o risco do correto dimensionamento é do empreendedor;
- 4.3.2. Exigir do empreendedor na hora da habilitação técnica uma detalhada memória de cálculo comprovando que o dimensionamento sugerido seja capaz de atender a carga da localidade durante a vida útil do contrato;
- 4.3.3. Realizar medições detalhadas e onerar o empreendedor com multas contratuais caso uma das variáveis âncora, especialmente a participação de geração renovável, não seja atingido;

4.3.1 MANTER O STATUS QUO

Dada a relativa novidade e complexidade do assunto, o poder concedente poderia optar em não exigir nenhuma comprovação com relação ao dimensionamento da solução proposta. Evidentemente, isto significaria que o dimensionamento ficaria por conta do empreendedor, sem nenhuma fiscalização, e sem nenhuma penalidade em caso de violação de alguns dos parâmetros operacionais. No entanto, existem vários fatores que geram um forte incentivo para que o empreendedor tome todas as precauções para assegurar o cumprimento das metas operacionais resultantes do dimensionamento do projeto:

- **Sanções em caso de indisponibilidade técnica da planta** – as atuais regras de contratação já asseguram que o empreendedor tenha o total interesse em fornecer a energia contratualmente estabelecida e tomará todas as medidas possíveis para cumprir com seu compromisso. Desta forma, a segurança de abastecimento não fica comprometida, mas o poder concedente não terá nenhum controle sobre o mix energético utilizado;
- No contexto de um projeto com geração renovável e geração termoelétrica de contingência o empreendedor terá um incentivo econômico forte para minimizar o uso de gerador termoelétrico, já que não haverá ressarcimento de custo além da participação informada no lance do leilão. No entanto, a falta de validação pode significar que empreendedor possam alinhar suas propostas e oferecer um projeto com uma participação fóssil exageradamente alta, visando a obtenção de lucro adicional através do ressarcimento de combustível.

4.3.2 INCLUIR SOLICITAÇÃO DE MEMÓRIA DE CÁLCULOS NOS DOCUMENTOS A SEREM APRESENTADOS PARA A HABILITAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO

Neste caso o empreendedor precisaria apresentar uma análise detalhada comprovando que o sistema, com o dimensionamento escolhido, seria capaz de atender a carga prevista em qualquer momento do dia, ao longo de todos os anos da vigência do contrato de suprimento de energia. Importante ressaltar que se trata de uma análise que o empreendedor terá que realizar para si mesmo, para poder formatar uma proposta competitiva para o leilão. Nesta análise, ele terá que avaliar os seguintes pontos:

- Simulação da carga, da geração renovável, dos despachos do sistema de armazenamento e do gerador de contingência para vários cenários de dimensionamento;
- Cálculo do custo de energia gerada para cada cenário;
- Otimização e escolha do cenário de dimensionamento mais competitivo. Nesta otimização, o empreendedor terá que encontrar o mínimo global entre o custo de geração da solução renovável, que é predominantemente determinada pelo montante de investimento inicial, e o custo operacional do gerador termoelétrico em função do seu fator i . Importante lembrar que o empreendedor se preocupa apenas como a eficiência do gerador termoelétrico, e não com o custo do combustível, já que este

último está sendo repassado para a sociedade. Importante lembrar que esta análise precisa ser realizada para todos os anos do contrato, levando em consideração a degradação esperada da solução renovável, também como do sistema de armazenamento.

Evidentemente, não há necessidade para o poder concedente revisar a análise na sua integridade. Seria suficiente ele avaliar a simulação horário de carga e geração, e esta informação poderia ser fornecida através de um formulário eletrônico padronizado, facilitando a avaliação pelo poder concedente;

4.3.3 REALIZAR MEDIÇÕES DETALHADAS

O poder concedente também poderia adotar uma estratégia mais ‘invasiva’ e exigir medições detalhadas para cada localidade, com o objetivo de obter dados detalhados da operação, incluindo a participação efetiva da geração renovável e o montante de energia fornecida pelo gerador termoelétrico de contingência. Sem dúvida, esta opção ofereceria o maior grau de certeza, com relação ao cumprimento das metas operacionais, e especialmente à descarbonização da matriz energética dos sistemas isolados. Importante observar que a viabilidade técnica desta opção exige unidades de medição automatizadas, com sua própria interface de comunicação via satélite, além de medidas de prevenção de falsificação e fraude dos dados a serem obtidos.

Em todo caso é fundamental o poder concedente ter condições para analisar cuidadosamente o que é submetido pelo PIE.

4.3.4 ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS PROPOSTAS

Em resumo podemos constatar que a opção **4.3.3.** representa uma medida com elevada complexidade tecnológica que provavelmente seja difícil e oneroso de implementar. Pelo outro lado, a opção **4.3.1.** parece ser muito ‘hands-off’, criando oportunidades para um comportamento estratégico por parte dos empreendedores que contraria os objetivos de descarbonização. Consequentemente, a opção **4.3.2.** (Exigir do empreendedor na hora da habilitação técnica uma detalhada memória de cálculo) parece um meio caminho factível, especialmente porque o empreendedor terá, conforme mencionado anteriormente, total interesse em cumprir suas contribuições contratuais e minimizar o montante de combustível

e maximizar a eficiência de geração dos seus geradores termoeletrônicos. A **TABELA 4** apresenta um resumo da avaliação das ações mitigatórias para o dimensionamento inadequado da solução renovável.

TABELA 4 - AVALIAÇÃO DAS AÇÕES MITIGATÓRIAS PARA O DIMENSIONAMENTO INADEQUADO DA SOLUÇÃO RENOVÁVEL.

#	Proposta	Eficácia	Eficiência	Economicidade	Descarbonização
4.3.1.	Manter status quo	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro
4.3.2.	Exigir memória de cálculo para habilitação	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
4.3.3.	Medição em campo	Positivo	Negativo	Negativo	Positivo

Fonte: Elaboração própria.

5. PARECER JURÍDICO

Como contribuição aos estudos de caso no âmbito jurídico, compilou-se, nesta seção, informação sobre os seguintes aspectos:

- (i) a partir de análise contratual, identificação de previsões sobre:
 - a. hipóteses de aditamento;
 - b. integração de fonte renovável¹;
 - c. interligação ao SIN;

- (ii) considerando-se temas ambientais, identificação de:
 - a. previsão contratual quanto a disposições sobre licenciamento ambiental;
 - b. licenças ambientais em vigor;
 - c. legislação regional aplicável sobre licenciamento ambiental e supressão de vegetação.

¹ Convém repisar que, conforme exposto ao item (5) deste documento, a Resolução Normativa ANEEL nº 1.016/2022 (que revogou a Resolução Normativa nº 961/2021) admite a adição de unidade geradora de fonte renovável após a realização do leilão e assinatura do CCESI, considerando-se critérios específicos. A respeito, de acordo com a redação do artigo 59 c/c art. 60 e art. 61:

- a. previsão em Edital ou contrato;
- b. asseguradas as condições do Edital, o produto contratado e os montantes mínimos de potência e energia;
- c. solicitação de autorização à ANEEL;
- d. possibilidade de redução do preço de referência: não ocorre quando prazo remanescente do contrato for inferior ou igual a 05 anos; caso o prazo remanescente seja superior a 05 anos e a central geradora não utilize fonte renovável (e em não havendo disposição expressa em contrário em Edital), haverá redução das parcelas que compõem o preço de referência.

5.1. UTE SACAMBU | AMAZONAS

5.1.1 INFORMAÇÕES GERAIS

Caso	UTE Sacambu
Localização	Distrito de Sacambu, Município de Manacapuru Amazonas
Responsável	Amazonas Energia
Fonte	Diesel
Regime do Título de Outorga	Autorização
Contratação	CCESI com base no Edital do Leilão nº 02/2016 (2ª Etapa) – Grupo B – Lote II

5.1.2 ANÁLISE CONTRATUAL

Hipóteses de aditamento

Edital	Previsão unicamente no Anexo III – Modelo do CCESI: 15.2 O CONTRATO não poderá ser alterado, exceto por meio de aditamento escrito firmado pelas PARTES, observado o disposto nas disposições legais e regulamentares aplicáveis. 15.8 O VENDEDOR obriga-se a não celebrar quaisquer contratos de venda de ENERGIA, nem aditar os ora existentes, com o intuito de assumir quaisquer compromissos de suprimento ou fornecimento de ENERGIA em montantes que impeçam ou inviabilizem a disponibilização e venda da ENERGIA CONTRATADA nos termos do CONTRATO.
---------------	--

	15.11 O CONTRATO e seus eventuais aditamentos ou alterações deverão ser homologados pela ANEEL, nos prazos estabelecidos em regulamento específico.
CCESI	Não disponibilizado. Vide modelo do edital item anterior.

Integração de fonte renovável

Edital	1.3.1 Posteriormente à outorga e contratação decorrentes deste LEILÃO e mediante prévia aprovação do(s) respectivo(s) projeto(s) pelo Poder Concedente, a VENDEDORA poderá adicionar à(s) central(is) geradora(s) equipamento(s) de geração de fonte renovável de energia, bem como o uso de outros combustíveis, desde que assegurados os montantes mínimos de potência energia estabelecidos no item 1.1 deste Edital.
CCESI	Não disponibilizado. Vide Anexo III do edital – Modelo do CCESI: 1.1.1. Posteriormente à assinatura deste CONTRATO e mediante prévia aprovação dos(s) respectivo(s) projetos(s) pelo Poder Concedente, a VENDEDORA poderá adicionar à(s) central(is) geradora(s) equipamento(s) de geração de fonte renovável de energia, bem como o uso de outros combustíveis, desde que assegurados os montantes mínimos de potência e energia estabelecidos na Cláusula Sexta deste CCESI.
Prazo remanescente da vigência do CCESI	[confirmar]
Previsão sobre redução do preço de referência	Edital: 1.3.2 O uso da faculdade a que se refere o subitem 1.3.1 poderá implicar redução das parcelas do PREÇO DE REFERÊNCIA CCESI: Não disponibilizado. Vide Anexo III do edital – Modelo do CCESI: 1.1.2. O uso da faculdade descrita no item 1.1.1 não poderá implicar aumento das parcelas do PREÇO DE REFERÊNCIA.

Interligação ao SIN

Conforme informação constante do Relatório P07, a empresa responsável informou que a o Planejamento dos Sistemas Isolados Ciclo 2021 não indicou déficit de potência ao longo do horizonte de análise, inexistindo, portanto, previsão de expansão da geração. Adicionalmente, a localidade teria sido objeto de estudo de viabilidade técnica e econômica quanto à sua interligação ao SIN, sendo que a conclusão teria sido por sua inviabilidade, o que indica que deverá permanecer como SISOL nos próximos anos.

Edital	Previsão de interligação apenas para Grupo B – Lote I-A de 5 anos. Demais sem previsão de interligação. Para as localidades com previsão de interligação ao sistema da Distribuidora, o prazo de suprimento será de 60 meses, prorrogável por até igual período. Item 1.1 refere-se apenas ao Estado do Amazonas.
CCESI	Não disponibilizado. Vide Anexo III do edital – Modelo do CCESI: 4.7. As PARTES concordam que, caso o sistema elétrico do COMPRADOR vier a ser interligado ao SIN, a eventual alteração ou incidência de TRIBUTO(S) ou encargo(s) específico(s) do Setor Elétrico para o VENDEDOR, bem como quaisquer outras despesas que sejam incorridas pelo VENDEDOR em decorrência dessa interligação, ensejará a revisão da RECEITA DE VENDA de que trata a Cláusula 7ª, desde que aprovada pela ANEEL.

5.1.3 ANÁLISE DE TEMAS AMBIENTAIS

Previsão contratual

Edital	8.2 A VENDEDORA 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. 8.3 Ocorrendo atrasos na obtenção das licenças ambientais prévia, de instalação ou de operação, quando for o caso, motivados pelo descumprimento, por parte da VENDEDORA, dos prazos previstos na legislação, esta estará sujeita às penalidades previstas no CCESI, bem como à execução da Garantia de Fiel Cumprimento, ressalvado o disposto no item 5.8.3.2 8.4.1 As alterações técnicas deverão ser submetidas previamente à avaliação e anuência da ANEEL, que poderá atender ao pleito desde que satisfeitas as seguintes condições: [...] 8.4.1.3 Estejam em conformidade com o licenciamento ambiental, se for o caso.
CCESI	Não disponibilizado. Vide Anexo III do edital – Modelo do CCESI: 4.3.O VENDEDOR será responsável pela implantação, operação e manutenção da(s) USINA(S), cabendo-lhe obter o licenciamento ambiental, construir, segurar e realizar todas as atividades correlatas, conforme ANEXO II –PARÂMETROS DA CONTRATAÇÃO, sendo vedada a subcontratação de atividades objeto de comprovação de qualificação técnica no âmbito do Leilão n. 02/2016-ANEEL (2ª Etapa). 11.1 Não obstante o caráter irrevogável e irretratável do CONTRATO, este poderá ser resolvido, a critério da parte adimplente, na ocorrência de qualquer das seguintes hipóteses: [...] (iii) na eventualidade de uma PARTE ter revogada qualquer autorização ou licença legal, governamental ou regulatória indispensável ao cumprimento das atividades e obrigações previstas no CONTRATO, inclusive, mas não se limitando, à concessão de serviço público, permissão, autorização ou registro; 15.7 Sem prejuízo das demais obrigações previstas neste CONTRATO, as PARTES obrigam-se a: [...] (ii) obter e manter válidas e vigentes, durante o prazo de vigência do CONTRATO, todas as licenças e autorizações atinentes aos seus negócios sociais e/ou ao cumprimento

	das obrigações, inclusive no que diz respeito ao contrato de concessão, autorização ou permissão, assumidas no CONTRATO, exceto se tal situação for modificada por AUTORIDADE COMPETENTE e, nesse caso, as PARTES obrigam-se a adotar uma alternativa contratual que preserve os efeitos econômico-financeiros do CONTRATO em conformidade com o originalmente pactuado;
--	--

Legislação Estadual sobre Licenciamento Ambiental

Energia solar fotovoltaica requer licença ambiental no Estado do Amazonas.² Ficam sujeitos ao prévio licenciamento pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM)³, a construção, instalação, ampliação, derivação, reforma, recuperação, operação e funcionamento de atividades poluidoras, utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetivamente ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental (art. 2º, Lei nº 3.785/2012). Anexos da norma não incluem energia solar, tampouco foram encontradas outras informações no site do IPAAM. Instrução Normativa IPAAM nº 1/1997 encontrada não inclui energia solar.

Para efeito do licenciamento, considera-se com potencial de impacto no meio ambiente a instalação e/ou construção de barragens, portos e aeroportos, instalações de geração de energia, vias de transporte, exploração de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos que possam repercutir no ambiente (art. 8º, Decreto nº 10.028/1987). Ainda, art. 20, XI, do Decreto nº 10.028/1987, que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente tais como usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, depende de elaboração de EIA/RIMA, a serem submetidos à aprovação do Comissão de Desenvolvimento do Estado do Amazonas (CODEAMA). A mencionada Nota

² Art. 6º, Lei nº 3.785/2012, lista atividades dispensadas de licenciamento. Resolução CEMAAM nº 37/2022 define as atividades ou empreendimentos a serem licenciados por meio da Licença Ambiental por Adesão e Compromisso - LAC. Energia solar não está entre as atividades listadas.

³ A localização, implantação, operação ou ampliação de quaisquer atividades que envolvam o aproveitamento, e utilização, de recursos ambientais, consideradas impactantes no meio ambiente, dependerão de prévio licenciamento do Centro de Desenvolvimento, Pesquisa e Tecnologia do Estado do Amazonas - CODEAMA, que identificará o nível ou, grau de poluição e/ou desequilíbrio ecológico e indicará as condições necessárias para a neutralização ou redução desses efeitos (art. 7º, Decreto nº 10.028/1987).

Técnica Conjunta Eletrobras/EPE também não encontrou normas específicas para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica por fonte solar, mas cita a realização de procedimentos para emissão de LI pelo IPAAM de miniusinas fotovoltaicas e miniredes para geração, distribuição e comercialização de energia elétrica localizados nos Municípios de: Autazes, Beruri, Eirunepé, Maués e Novo Airão.⁴

Legislação Estadual sobre Supressão de Vegetação

- Portaria IPAAM nº 38/2012 determina que só serão formalizados processos de licenciamento ambiental e/ou renovação de licenciamentos ambientais dos empreendimentos e atividades potencialmente poluidoras localizadas no interior das propriedades ou posses rurais se ficar comprovada a adesão ao Cadastro Ambiental Rural - CAR/AM (item I). Contudo, a inscrição no CAR *per se* não autoriza a supressão de vegetação nativa ou manejo florestal, nem a conversão de novas áreas para uso alternativo do solo e a expansão de atividade produtiva (art. 10, Lei nº 4.406/2016).
- Decreto nº 42.370/2020 determina que, “em caso de supressão de vegetação nativa ou de fragmentação da área de Reserva Legal, por motivo de obra ou atividade de interesse social ou de utilidade pública (o que inclui obras de infraestrutura de energia, conforme normativa federal)⁵, caberá ao responsável pelo empreendimento a adoção das medidas de compensação por meio de doação de área, equivalente para Unidade de Conservação de domínio público, no mesmo bioma, conforme critérios estabelecidos pelo órgão ambiental estadual” (art. 35, parágrafo único).
- Lei nº 1.532/1982 proíbe a derrubada ou danificação de seringueiras, em todo Estado, exceto nas áreas destinadas pelos setores competentes da Administração Pública à construção de obras e serviços de relevante significação socioeconômico⁶ (art. 11).
- Lei nº 4.505/2017 requer a identificação e preservação de nascentes de água existentes em propriedades e, caso tenha havido supressão de vegetação situada em APP, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a

⁴ Cf. ELETROBRAS/EPE. Nota Técnica conjunta ELETROBRAS/EPE Levantamento da legislação para licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica por fonte solar: situação em 2022, p. 21.

⁵ Decreto nº 42.370/2020 não define os termos. Vide item 7.2.

⁶ Sem definição.

promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos em Lei (art. 5º, §1º).

5.2. UTE OIAPOQUE | AMAPÁ

5.2.1 INFORMAÇÕES GERAIS

Caso	UTE Oiapoque
Localização	Amapá
Responsável	Oiapoque Energia S.A.
Fonte	Diesel Solar
Regime do Título de Outorga	Autorização
Contratação	CCESI com base no Edital do Leilão nº 01/2014

5.2.2 ANÁLISE CONTRATUAL

Hipóteses de aditamento

Edital	Previsão unicamente no Anexo III – Modelo do CCESI: 15.2 O CONTRATO não poderá ser alterado, exceto por meio de aditamento escrito firmado pelas PARTES, observado o disposto nas disposições legais e regulamentares aplicáveis. 15.8 O VENDEDOR obriga-se a não celebrar quaisquer contratos de venda de ENERGIA, nem aditar os ora existentes, com o intuito de assumir quaisquer compromissos de suprimento ou fornecimento de ENERGIA em montantes que impeçam ou inviabilizem a
---------------	--

	disponibilização e venda da ENERGIA CONTRATADA nos termos do CONTRATO. 15.11 O CONTRATO e seus eventuais aditamentos ou alterações deverão ser homologados pela ANEEL, nos prazos estabelecidos em regulamento específico.
CCESI	14.2 O CONTRATO não poderá ser alterado, exceto por meio de aditamento escrito firmado pelas PARTES, observado o disposto nas disposições legais e regulamentares aplicáveis. 14.8 O VENDEDOR obriga-se a não celebrar quaisquer contratos de venda de ENERGIA, nem aditar os ora existentes, com o intuito de assumir quaisquer compromissos de suprimento ou fornecimento de ENERGIA em montantes que impeçam ou inviabilizem a disponibilização e venda da ENERGIA CONTRATADA nos termos do CONTRATO. 14.11 O CONTRATO e seus eventuais aditamentos ou alterações deverão ser homologados pela ANEEL, nos prazos estabelecidos em regulamento específico.

Integração de fonte renovável

Edital	1.3.1 Posteriormente à outorga e contratação decorrentes deste LEILÃO e mediante prévia aprovação do(s) respectivo(s) projeto(s) pelo Poder Concedente, a VENDEDORA poderá adicionar à(s) central(is) geradora(s) equipamento(s) de geração de fonte renovável de energia, bem como o uso de outros combustíveis, desde que assegurados os montantes mínimos de potência e energia estabelecidos no item 1.1 deste Edital.
CCESI	1.1.1 Posteriormente à realização do LEILÃO e mediante prévia aprovação do(s) respectivo(s) projeto(s) pelo Poder Concedente, a VENDEDORA poderá adicionar à(s) central(is) geradora(s)

	equipamento(s) de geração de fonte renovável de energia, bem como o uso de outros combustíveis, desde que assegurados os montantes mínimos de potência e energia estabelecidos na Cláusula Sexta deste CONTRATO.
Prazo remanescente da vigência do CCESI	[confirmar]
Previsão sobre redução do Preço de Referência	Edital: 1.3.2 O uso da faculdade a que se refere subitem 1.3.1 poderá implicar redução das parcelas do PREÇO DE REFERÊNCIA CCESI: 1.1.2. O uso da faculdade descrita no item 1.1.1 não poderá implicar aumento das parcelas do PREÇO DE REFERÊNCIA

Interligação ao SIN

Edital	Previsão de interligação apenas para Grupo B – Lote I-A de 5 anos. Demais sem previsão de interligação. Para as localidades com previsão de interligação ao sistema da Distribuidora, o prazo de suprimento será de 60 meses, prorrogável por até igual período. Item 1.1 refere-se apenas ao Estado do Amazonas
CCESI	4.7. As PARTES concordam que, caso o sistema elétrico do COMPRADOR vier a ser interligado ao SIN, a eventual alteração ou incidência de TRIBUTO(S) ou encargo(s) específico(s) do Setor Elétrico para o VENDEDOR, bem como quaisquer outras despesas que sejam incorridas pelo VENDEDOR em decorrência dessa interligação, ensejará a revisão da RECEITA DE VENDA de que trata a Cláusula 7ª, desde que aprovada pela ANEEL

5.2.3 ANÁLISE DE TEMAS AMBIENTAIS

Previsão Contratual

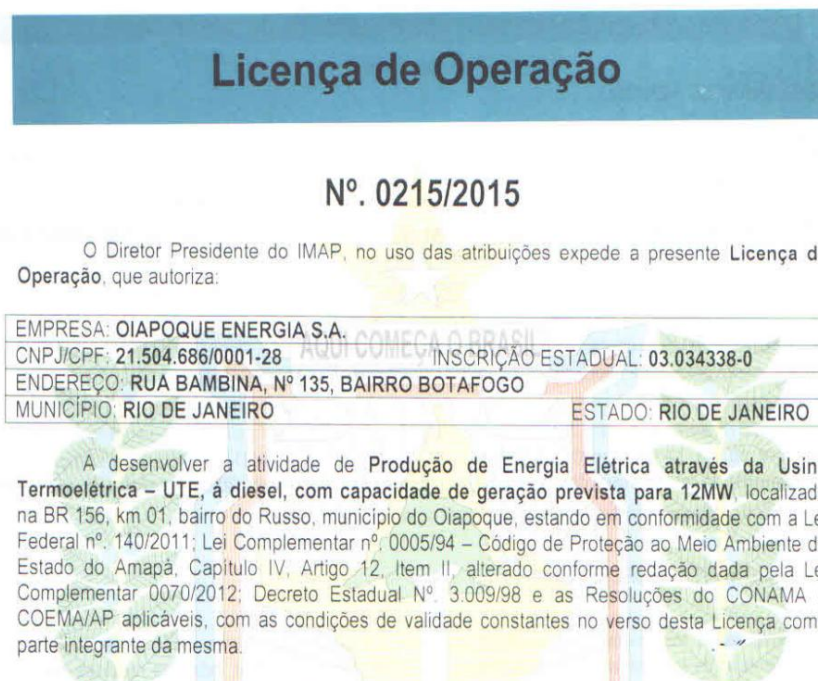
Edital	8.2 A VENDEDORA deverá observar a legislação, os requisitos ambientais e providenciar, por sua conta e risco, a obtenção de todas as outorgas necessárias à instalação da(s) central(is) geradora(s), incluindo as Licenças Ambientais Prévia, de Instalação e de Operação, quando for o caso, comprometendo-se com a qualidade das informações porventura solicitadas pelo órgão ambiental competente. 8.3 Ocorrendo atrasos na obtenção das licenças ambientais prévia, de instalação ou de operação, quando for o caso, motivados pelo descumprimento, por parte da VENDEDORA, dos prazos previstos na legislação, esta estará sujeita às penalidades previstas no CCESI, bem como à execução da Garantia de Fiel Cumprimento, ressalvado o disposto no item 5.8.3.2 8.4.1 As alterações técnicas deverão ser submetidas previamente à avaliação e anuência da ANEEL, que poderá atender ao pleito desde que satisfeitas as seguintes condições: [...] 8.4.1.3 Estejam em conformidade com o licenciamento ambiental, se for o caso.
CCESI	4.3.O VENDEDOR será responsável pela implantação, operação e manutenção da(s) USINA(S), cabendo-lhe obter o licenciamento ambiental, construir, segurar e realizar todas as atividades correlatas, conforme ANEXO II –PARÂMETROS DA CONTRATAÇÃO, podendo subcontratar toda e qualquer obrigação decorrente do CONTRATO, desde que permaneça o responsável por todas essas obrigações. 10.1 Não obstante o caráter irrevogável e irretratável do CONTRATO, este poderá ser resolvido, a critério da parte adimplente, na ocorrência de qualquer das seguintes hipóteses: [...] (iii) na eventualidade de uma PARTE ter revogada qualquer autorização ou licença legal, governamental ou regulatória indispensável ao cumprimento das atividades e obrigações previstas no CONTRATO, inclusive, mas não se limitando, à concessão de serviço público, permissão, autorização ou registro;

	15.7 Sem prejuízo das demais obrigações previstas neste CONTRATO, as PARTES obrigam-se a: [...] (ii) obter e manter válidas e vigentes, durante o prazo de vigência do CONTRATO, todas as licenças e autorizações atinentes aos seus negócios sociais e/ou ao cumprimento das obrigações, inclusive no que diz respeito ao contrato de concessão, autorização ou permissão, assumidas no CONTRATO, exceto se tal situação for modificada por AUTORIDADE COMPETENTE e, nesse caso, as PARTES obrigam-se a adotar uma alternativa contratual que preserve os efeitos econômico-financeiros do CONTRATO em conformidade com o originalmente pactuado;
--	---

Licenças Ambientais

A. Usina Oiapoque diesel:

- Licença de operação nº 0215/2015, autoriza UTE a diesel com capacidade de geração para 12 MW.
- Condicionantes específicas: relatório semestral de monitoramento de águas, relatório semestral de monitoramento da qualidade do ar e ruídos, entre outros.



B. Usina Oiapoque solar:

- Licença de operação nº 0316/2017 vigente, autoriza fotovoltaica com capacidade de 4,039 MW.
- Renovação da licença já solicitada.
- Condicionantes gerais: dentre outras, quaisquer alterações nas especificações do projeto apresentado somente poderão ser realizadas se precedidas de anuência do IMAP.
- Condicionantes específicas: apresentar plano de gerenciamento de resíduos comuns, sólidos e perigosos (PGR CSP) em até 90 dias do recebimento da licença e relatório anual.

Licença de Operação

Nº. 0316/2017

O Diretor Presidente do Instituto do Meio Ambiente e de Ordenamento Territorial do Estado do Amapá - IMAP no uso das atribuições que lhe são conferidas pelo Decreto de Nomeação nº. 1.331 de 11 de abril de 2017, expede a presente **Licença de Operação**, que autoriza a:

EMPRESA: OIAPOQUE ENERGIA S.A.	
C.N.P.J.: 21.504.686/0001-28	INSCRIÇÃO ESTADUAL: 03.051.655-2
ENDEREÇO: RODOVIA BR 156, Nº 58. BAIRRO: RUSSO. OIAPOQUE-AP	
MUNICÍPIO: MACAPÁ	ESTADO: AMAPÁ

A operacionalizar Usina Fotovoltaica Oiapoque, com potência de 4,039MW, localizada no endereço: Rodovia BR 156, nº 58. Bairro do Russo, Município de Oiapoque, no Estado do Amapá. Estando em conformidade com a Lei Complementar Federal nº 140/2011; Lei Complementar Estadual nº 0005/1994 que alterou o Capítulo IV, Artigo 12, Item III da Lei Complementar nº 0005/94. Em seu Capítulo IV, art. 12, Item III, alterado pela Lei Complementar Estadual nº 91/2015, e de acordo com o Decreto Estadual nº 3.009/1998 e as Resoluções do Conselho Estadual do Meio Ambiente e Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Legislação Estadual sobre Licenciamento Ambiental

A Lei Complementar nº 5/1994 e a Resolução COEMA nº 1/1999 regulamentam o licenciamento ambiental no estado do Amapá. Conforme a Resolução COEMA nº 1/1999, em consonância com a Resolução CONAMA nº 1/1986, usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW, dependem de elaboração de EPIA/RIMA (art. 10, XI).

Referência específica para energia solar fotovoltaica é encontrada no licenciamento ambiental de competência municipal. A Resolução COEMA nº 46/2018 dispõe sobre a definição de impacto local⁷ e tipifica as atividades e empreendimentos de competência municipal para o licenciamento. O art. 2º sujeita as atividades ou empreendimentos relacionados no Anexo único ao licenciamento municipal, o qual inclui, no item 18.1, a produção de energia fotovoltaica. Além desta previsão, não há instrução normativa específica para esta atividade, tampouco provisões normativas referentes a tipos de licença/autorização⁸, procedimento simplificado⁹, ou tipos de estudos ambientais.

Nota Técnica Conjunta Eletrobras/EPE identificou que o Instituto de Meio Ambiente e Ordenamento Territorial do Amapá (IMAP) realizou procedimentos para emissão de LP e LI para uma usina solar (fotovoltaica) no Município de Oiapoque (DOE, AP: 08/11/16 p. 15) e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA) estava realizando, na época da Nota, os procedimentos para emissão de licença ambiental de uma usina solar fotovoltaica no Município de Macapá (DOE, AP: 27/05/22 p. 8).¹⁰

⁷ Art. 1º, §1º Para os efeitos desta Resolução considera-se impacto ambiental local, toda e qualquer alteração no meio ambiente, causada por pessoa física ou jurídica, que polua ou degrade a qualidade ambiental dentro do espaço territorial municipal.

⁸ Autorização ambiental (AA) é expedida para todas as atividades ou empreendimentos de baixa impactação, definidas pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA).

⁹ Licença ambiental única (LAU) é prevista apenas para as atividades e empreendimentos do agronegócio tais como: Agricultura, pecuária, avicultura, suinocultura, aquicultura, extrativismo e atividades agroindustriais, que poderão ser desenvolvidas em separado ou conjuntamente, sendo necessário, para tanto, a expedição de uma única licença (art. 12, inciso IV, Lei Complementar nº 5/1994). Energia solar não está entre as atividades listadas.

¹⁰ Cf. ELETROBRAS/EPE. Nota Técnica conjunta ELETROBRAS/EPE Levantamento da legislação para licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica por fonte solar: situação em 2022, p. 21.

Legislação Estadual sobre Supressão de Vegetação

Conforme a Lei nº 702/2002:

- Art. 24. Os espaços especialmente protegidos só poderão ser alterados ou suprimidos em caso de utilidade pública ou interesse social¹¹, porém, somente mediante lei.
- Art. 25. Quanto à reserva legal, deverá ser considerado, além do estabelecido em outras leis, o seguinte: §5º. A vegetação da reserva legal não pode ser suprimida, podendo apenas ser utilizada sob regime de manejo florestal sustentável, de acordo com princípios e critérios técnicos e científicos, estabelecidos no regulamento, ressalvada as hipóteses previstas no §7º deste artigo, sem prejuízo das demais legislações específicas.
- Art. 29. Qualquer tipo de alteração da cobertura florestal nativa proveniente de atividade de uso alternativo do solo dependerá de prévia autorização do órgão ambiental. §1º São exemplos de uso alternativo do solo, a implantação de projetos: V - de geração e transmissão de energia.

5.3. SISOL FERNANDO DE NORONHA | PERNAMBUCO

5.3.1 INFORMAÇÕES GERAIS

Caso	SISOL Fernando de Noronha
Localização	Fernando de Noronha Pernambuco
Responsável	Companhia Energética de Pernambuco, Neoenergia - CELPE
Fonte	Diesel Solar
Regime do Título de Outorga	Concessão

¹¹ Lei nº 702/2002 não define os termos. Vide item 7.2.

Contratação	Contrato de Concessão 26/2000
-------------	-------------------------------

5.3.2 ANÁLISE CONTRATUAL

Hipóteses de aditamento¹²

Edital	Não aplicável
Contrato de Concessão	Cláusula primeira, Subcláusula quinta: A concessionária aceita que a exploração do serviço público de distribuição de energia elétrica, de que é titular, seja realizada como função de utilidade pública prioritária [...]; Expansão e ampliação dos sistemas elétricos: Cláusula quarta: A concessionária obriga-se a prover o atendimento da atual demanda dos serviços concedidos e também implantar novas instalações, bem como ampliar e modificar as existentes, de modo a garantir o atendimento da futura demanda de seu mercado de energia;

Integração de fonte renovável

Edital	Não aplicável
Contrato de Concessão	Sem previsão
Prazo remanescente da	Sem previsão

¹² Em se tratando de contrato de concessão, com regramento específico pela Lei nº 8.987/1995, e considerando-se que esta não possui capítulo e dispositivos sobre revisão ou reajuste de contrato, aplica-se o disposto na Lei nº 8.666/1993, agora substituída pela recente Lei nº 14.133/2021. Assim dispõe o art. 186 da Lei nº 14.133/2021 (que manteve o teor do art. 124 da Lei nº 8.666/1993): "Aplicam-se as disposições desta Lei subsidiariamente à Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, à Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004, e à Lei nº 12.232, de 29 de abril de 2010".

vigência do contrato	
Previsão sobre redução do Preço de Referência	Sem previsão

Interligação ao SIN

Edital	Não aplicável
Contrato de Concessão	Não aplicável

5.3.3 ANÁLISE DE TEMAS AMBIENTAIS

Previsão contratual

Edital	Não aplicável
Contrato de Concessão	Cláusula quinta – obrigações e encargos da concessionária: X – observar a legislação de proteção ambiental, respondendo pelas consequências de seu eventual descumprimento.

Legislação Estadual sobre Licenciamento Ambiental

Energia solar fotovoltaica requer licença ambiental no Estado de Pernambuco emitida pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), conforme Lei nº 14.249/2010. Não há instrução normativa específica da CPRH para esta atividade, tampouco provisões normativas referentes a tipos de licença/autorização, procedimento simplificado¹³, ou tipos

¹³ Instrução Normativa nº CPRH 5/2014 dispõe sobre o licenciamento ambiental eletrônico à distância, destinado a empreendimentos e atividades licenciáveis pela CPRH e considerados de baixo potencial poluidor. Regulamenta

de estudos ambientais. Conforme Anexo III da Lei nº 14.249/2010, empreendimentos solares estão sujeitos a licenciamento conforme tabela abaixo (as letras indicativas referem-se a taxas para obtenção de licenças e autorizações):

12.5.6 - Geração de energia Solar (fotovoltaica)

Potência (MW)				
Até 0,5	Acima de 0,5 a 1,0	Acima de 1,0 a 5,0	Acima de 5,0 a 10,0	Acima de 10,0
-	G	H	I	J

Ademais, a Resolução CONSEMA nº 1/2018 estabelece as tipologias consideradas de impacto local¹⁴ para fins de licenciamento ambiental municipal. O anexo único da norma inclui sistemas de geração de energia elétrica de origem fotovoltaica e heliotérmica, considerados de baixo potencial poluidor para qualquer potência (MW). Por fim, a mencionada Nota Técnica Conjunta Eletrobras/EPE destaca diversos empreendimentos solares licenciados pela CPRH, tais como os vencedores dos leilões de energia elétrica do ambiente de contratação regulada, conforme tabela abaixo:¹⁵

Leilão	Usina	Potência MW	Estudo ambiental
LER 2015-2	Boa Hora 1	25	RAS
LER 2015-2	Boa Hora 2	25	RAS
LER 2015-2	Boa Hora 3	25	RAS
A-4 2017	Brigida	27	RAS
A-4 2017	Brigida 2	30	RAS
A-6 2019	Luiz Gonzaga II	30	RAS
A-4 2018	São Pedro e Paulo I	25	RAS
A-4 2018	São Pedro e Paulo V	20	RAS
A-4 2018	São Pedro e Paulo VI	20,95	RAS
A-4 2017	Solar Salgueiro	30	RAS
A-4 2017	Solar Salgueiro II	30	RAS
A-4 2017	Solar Salgueiro III	30	RAS
A-3 2021	Boa Hora 4	30	RAS
	Boa Hora 5	30	
	Boa Hora 6	30	
A-4 2022	Belmonte I-1 (1-1)	50	RAS
	Belmonte I-4 (1-4)	50	
A-4 2022	Belmonte II-1 (2-1)	50	RAS
A-4 2022	Luiz Gonzaga I	30	RAS
	Luiz Gonzaga III	30	

Fonte: EPE (agosto/2022)

o licenciamento simplificado e declaratório por meio da emissão de Licença Simplificada - LS, a qual autoriza a concessão para localização, instalação e operação dos empreendimentos e atividades do anexo. Energia solar não está entre as atividades listadas.

¹⁴ Art. 1º Para fins desta Resolução, considera-se: III – impacto ambiental local: todo e qualquer impacto ambiental direto que afete unicamente o território do município, não ultrapassando os seus limites territoriais.

¹⁵ Cf. ELETROBRAS/EPE. Nota Técnica conjunta ELETROBRAS/EPE Levantamento da legislação para licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica por fonte solar: situação em 2022, p. 48.

Legislação Estadual sobre Supressão de Vegetação

- Reserva legal: Os empreendimentos detentores de concessão, permissão ou autorização para exploração de energia eólica e/ou solar, nas quais funcionem empreendimentos de geração de energia elétrica, subestações ou sejam instaladas linhas de transmissão e de distribuição de energia elétrica, não estão sujeitos à constituição de Reserva Legal (art. 27, § 1º, Lei nº 11.206/1995). A dispensa de reserva legal se dará no curso do licenciamento ambiental, mediante obrigação do Estado de Pernambuco de criação de UC do grupo de proteção integral, ampliação de área ou recuperação de vegetação em UC de tal categoria de manejo (art. 27, § 2º, Lei nº 11.206/1995). Contudo, o representante legal do empreendimento deverá requerer à CPRH a Autorização para Supressão de Vegetação (ASV) da respectiva área ao providenciar o licenciamento ambiental (art. 2º, Decreto nº 50.703/2021).
- Supressão de vegetação: É proibida a supressão parcial ou total da vegetação de preservação permanente, salvo quando necessária a execução de obras, planos ou projetos de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental¹⁶ e não exista no Estado nenhuma outra alternativa de área de uso para o intento. A supressão de vegetação deverá ser precedida de lei específica, salvo nos casos de baixo impacto ambiental, e estudos ambientais cabíveis. (art. 8º, caput e incisos I e II, Lei nº 11.206/1995).

Normas específicas incidentes em Fernando de Noronha

A. Área de Proteção Ambiental:

- O Arquipélago de Fernando de Noronha é Área de Proteção Ambiental (art. 1º, Decreto nº 13.553/1989). São proibidas (art. 2º):
 - a implantação de atividades potencialmente poluidoras ou que provoquem sensível alteração nas condições ecológicas locais;

¹⁶ Lei n. 11.206/1995 não define os termos. Vide item 7.2.

- a implantação de projetos que, por suas características, possam provocar deslizamento de solos e outros processos erosivos.

B. Plano de Manejo (2017):

- Referência à energia solar para, por exemplo, emissão de alvarás para Alojamentos Funcionais que usem coletor solar térmico para aquecimento da água para chuveiros, ou somente poderão ser autorizados novos empreendimentos de hospedagem caso, dentre outros, implantem projetos de autogeração solar e fornecimento (devolução) de pelo menos 70% do total consumido para a rede *smart grid* da Companhia Energética de Pernambuco (Celpe).

C. Plano Diretor:

- Em elaboração, com previsão de publicação em 2023.

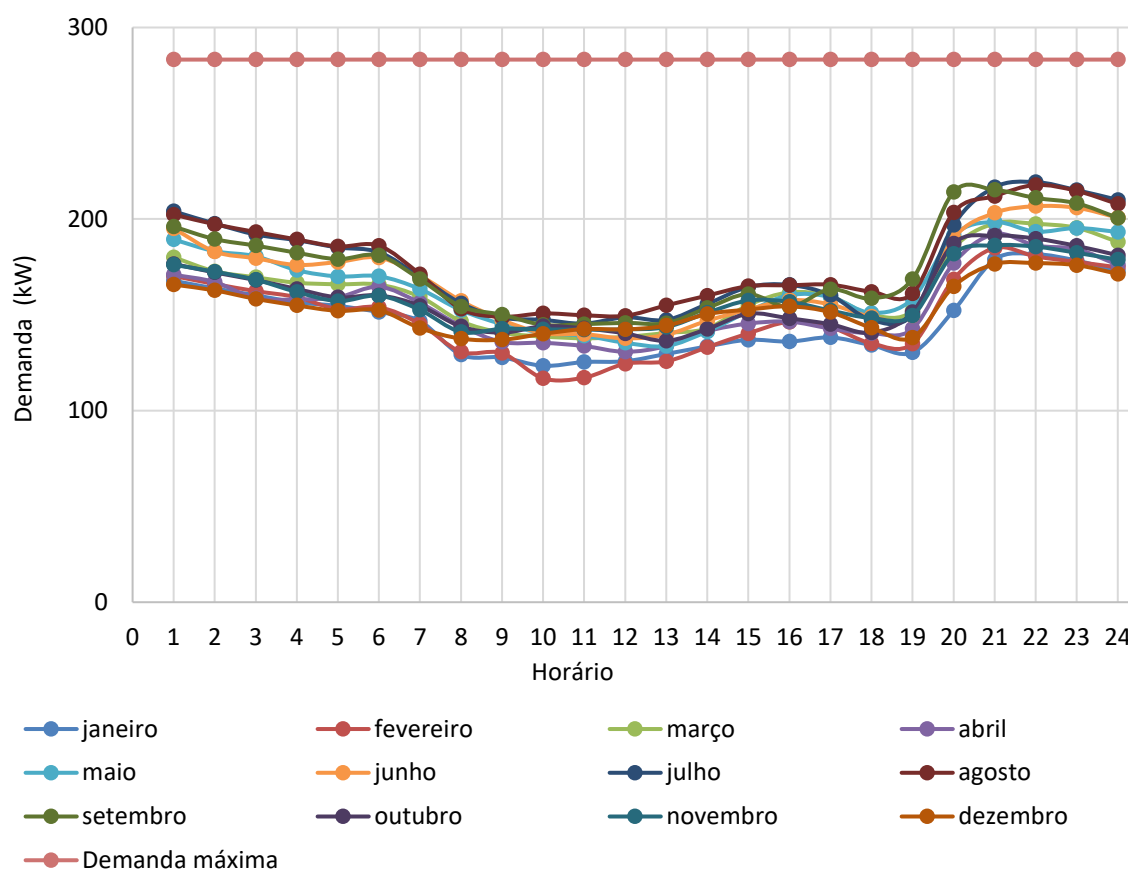
6. SOLUÇÃO DE HIBRIDIZAÇÃO PARA SACAMBU-AM

6.1. PERFIL DE CONSUMO E DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Sacambu é um distrito do município de Manacapuru, conta com uma demanda média de 162 kW e com um consumo anual de 1.426 MWh. Consumo que, conforme o Produtor Independente de Energia (PIE) da região, tem crescido ao longo do tempo, segundo os dados do ano de 2021.

A região possui uma curva de carga com característica residencial, com um pico de carga noturno um pouco acentuado, que acontece entre às 20h00 e às 23h59. No período avaliado, o pico de carga foi de 283 kW, atingido no mês de setembro. Porém, o mês com menor pico de carga foi 205 kW, apresentando uma oscilação de apenas 27 % frente ao máximo anual. Isto demonstra uma sazonalidade pouco acentuada da curva de carga, tanto em valores médios quanto em máximos, e um comportamento bastante estável ao longo do ano, conforme observado na **FIGURA 1**.

FIGURA 1 - CURVAS DE DEMANDA MENSAIS E DEMANDA MÁXIMA PARA A LOCALIDADE DE SACAMBU/AM.



A localidade é atualmente atendida por um único empreendedor em regime de PIE com cinco geradores a diesel, sendo duas máquinas Scania 360 e três máquinas Scania 250 com as características apresentadas nas **TABELA 5** e **TABELA 6**, respectivamente.

TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS MÁQUINAS SCANIA 360 DA LOCALIDADE DE SACAMBU/AM.

Parâmetro	Valores
Potência nominal	230 kW
Faixa de operação ótima	200 kW até 230 kW
Consumo ótimo	243 L/MWh até 255 L/MWh

TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS MÁQUINAS SCANIA 250 DA LOCALIDADE DE SACAMBU/AM.

Parâmetro	Valores
Potência nominal	160 kW
Faixa de operação ótima	110 kW até 130 kW

Consumo ótimo	252 L/MWh até 274 L/MWh
---------------	-------------------------

Estas máquinas trabalham em regime de compartilhamento de carga entre si, visando atender à carga entre 60% e 90% de sua potência nominal. Esta estratégia tem sido efetiva, já que o consumo específico destes geradores tem permanecido, em média, em 245 L/MWh, valor na faixa de consumo ótimo.

6.2. CARATERÍSTICAS LOGÍSTICAS DA LOCALIDADE

Sacambu possui uma logística baseada em rios navegáveis com uma grande variabilidade anual de níveis d'água, dificultando a logística. Até mesmo para a UTE, há necessidade de armazenamento de diesel, já que nos períodos de seca é comum ficar até 4 meses sem abastecimento. Em circunstâncias como essas, a implementação de um sistema de recirculação de combustível assegura que este mantenha sua integridade e não sofra processos de degradação ao longo dos períodos extensos de armazenamento.

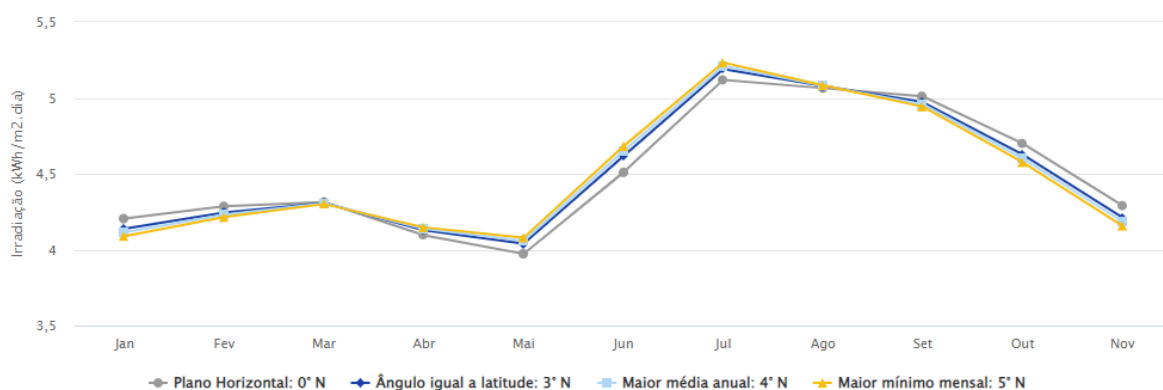
É importante que tais desafios logísticos sejam considerados em um projeto de hibridização da planta, pois poderia significar limitação de transporte de equipamentos, incremento do tempo de implementação e elevação de custos.

6.3. DISPONIBILIDADE DE RECURSOS DE GERAÇÃO

6.3.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Segundo dados do Cresesb (2017), a localidade possui uma irradiação solar média no plano horizontal de 4,51 kWh/m²/dia, com maior incidência nos meses de junho a dezembro, conforme mostra o gráfico da **FIGURA 2**.

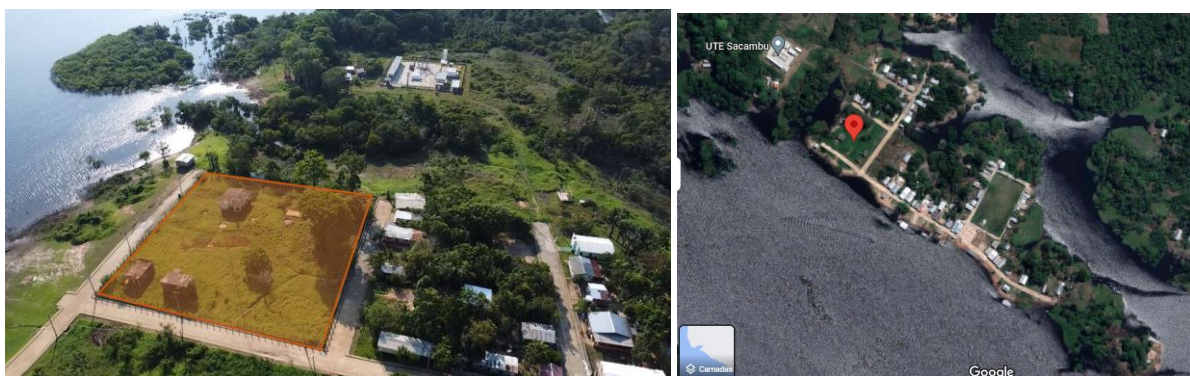
FIGURA 2 - IRRADIAÇÃO DIÁRIA MÉDIA MENSAL NO PLANO INCLINADO PARA A LOCALIDADE DE SACAMBU/AM.



Fonte: Cresesb, 2022. SunData V3.0

Conforme verificado durante a visita técnica, a localidade também tem disponibilidade de área com aproximadamente 0,6 hectares, com vegetação já suprimida e com terreno plano (**FIGURA 3**), sem a necessidade de grandes obras civis, possibilitando a instalação de uma planta solar de solo com potência entre 500 kWp e 600 kWp na localidade.

FIGURA 3 - IMAGENS DA ÁREA DISPONÍVEL PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA PLANTA SOLAR



Fonte: Fotografia realizada pelos consultores deste estudo in loco em 2022 e imagem do Google Maps.

Para instalação de potência superior a este limite, seria necessária uma avaliação mais aprofundada dos aspectos sociais, ambientais, técnicos, hidrológicos e fundiários. Além da alternativa de utilização de um campo de futebol com aproximadamente mais 0,5 hectares, altamente não recomendada pelo impacto social da medida, também podem ser observadas outras áreas já desmatadas, conforme imagens de satélite apresentadas na **FIGURA 4**. Porém, para utilização de tais áreas, seria necessária uma avaliação completa dos aspectos fundiários, restrições ambientais, além de restrições técnicas de conexão entre a geração e a carga da localidade, bem como eventuais aspectos ambientais de tal conexão, haja vista necessidade de se passar por zona de mata fechada.

FIGURA 4 - IMAGEM DE SATÉLITE DA LOCALIDADE DE SACAMBU/AM DEMARCANDO ÁREAS DESMATADAS



Fonte: Imagem do Google Maps.

6.3.2 ARMAZENAMENTO

Para esta localidade, vislumbra-se como alternativa mais viável, devido à complexidade logística e em eventuais manutenções ou substituições de equipamentos, a utilização de tecnologias de armazenamento eletroquímicas de elevada vida útil, alta modularidade e baixa complexidade operativa.

Sob esta ótica, conforme a tabela apresentada na **FIGURA 5**, as baterias de lítio atualmente apresentam o melhor custo-benefício para este tipo de solução, considerando a eficiência superior às demais tecnologias, com custos extremamente competitivos se relacionados a sua elevada vida útil.

Ainda, avaliando as tecnologias de baterias de íons de lítio disponíveis para soluções estacionárias e as relações entre custo, vida útil e tolerância a temperatura (**FIGURA 6**), a melhor solução atualmente seria baterias de Lítio Ferro Fosfato (LFP).

FIGURA 5 - TABELA COMPARATIVA DE TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA. FONTE: AUTORES, COM BASE EM INFORMAÇÕES DE FABRICANTES.

	Chumbo Ácido	Íon de lítio	Baterias de fluxo
Composição química	Pb + H ₂ SO ₄	LFP, NMC, NCA...	Redox de vanádio, Ferro-Cromo, Zinco-Bromo
Tempo de descarga	Até 20 horas	Até 4 horas	4 – 10 horas
Vida útil (ciclos)	200 – 800	2.000 – 8.000	10.000 – 15.000
Eficiência total	60% – 70%	85% – 98%	60% – 85%
Densidade energética	Baixa	Alta	Média
Preço baterias	Até 100 USD/kWh	Até 200 USD/kWh	200 – 600 USD/kWh
Segurança	Média	Baixa – média	Não inflamável, mas vazamentos são possíveis
Toxicidade	Elevada	Média	Variável

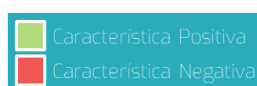


FIGURA 6 - TABELA COMPARATIVA DE TECNOLOGIAS DE BATERIAS DE ÍONS DE LÍTIO.

Tipo	Composição	Competitividade em Custo	Vida útil	Densidade energética	Estabilidade térmica	Aplicações
LFP	Lítio-ferro-fosfato	Muito boa	★★	★	★★★★	Soluções estacionárias
NMC	Lítio-manganês-cobalto	Boa	★	★★	★★	Mobilidade elétrica
NCA	Lítio-níquel-cobalto-alumínio	Boa	★	★★★★	—	Mobilidade, aplicações industriais
LTO	Lítio-titanato	Regular	★★★★	★	★★★★	Aplicações especiais
GRF	Grafeno	Baixa	★★★★	★★★★	★★★★	Aplicações especiais

Fonte: NewCharge e Greener, 2021.

6.4. ESCOPO DA HIBRIDIZAÇÃO E METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO TÉCNICA

É importante mencionar que o PIE contratado para atendimento da região, possui contrato de quinze anos, iniciado em 2019. Portanto, o contrato se encerrará em meados de 2034, por isso é importante entender o impacto da viabilidade do projeto considerando os prazos remanescentes de contrato.

Assim, para avaliação da solução ótima será considerada uma hibridização com tempo de operação compatível aos 10 anos contratuais remanescentes do PIE, avaliando a

competitividade entre a solução atual de geração fóssil e a inclusão de uma solução parcialmente renovável.

A simulação será realizada em duas etapas, sendo elas:

- **(1) Dimensionamento da solução:** nesta etapa se buscará a solução com menor custo global para atendimento da localidade;
- **(2) Avaliação econômica:** nesta etapa será realizada uma avaliação considerando uma comparação de menor custo global pela ótica do consumidor entre a solução proposta na etapa de dimensionamento e a geração a diesel.

Para avaliação de dimensionamento, pelas características do sistema e considerando a disponibilidade do recurso solar fotovoltaico, foram feitas simulações buscando a participação renovável ótima, considerando diferentes níveis de penetração de solar fotovoltaica, armazenamento na forma de baterias e uso dos geradores a diesel.

Para tais simulações, foram utilizados dois *softwares* diferentes:

- **Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources (HOMER®):** *software* especializado em simulações de otimização de múltiplas fontes de energia em uma microrrede, com simulações que buscam reduzir o custo nivelado de energia *Levelized Cost of Energy* (LCOE).
- **Enersmart:** ferramenta elaborada pela empresa *NewCharge* que realiza múltiplas simulações considerando participações de energia solar fotovoltaica, armazenamento e geradores a combustível fóssil de modo a otimizar o custo nivelado da energia (*'Levelized Cost of Energy'* – LCOE) do projeto. Esta ferramenta permite a identificação dentre os cenários de dimensionamento tecnicamente viáveis, a escolha com a melhor viabilidade econômica.

Nas análises foram levadas em consideração critérios técnicos de funcionamento da máquina diesel, tais como sua faixa ótima de operação e consumo específico, considerando que:

- Em períodos de alta incidência solar: o gerador diesel não operará com carga inferior a 50% do gerador nominal, implicando em perdas solares fotovoltaicas, caso tal condições seja violada, visando que o mesmo fique o mais próximo possível do seu ponto ótimo, não prejudicando o consumo específico das máquinas e nem o custo de O&M;

- Em período sem incidência solar: operação dentro do range de 70 a 100% da capacidade da máquina.

Para o dimensionamento do BESS também foram consideradas as características técnicas da solução, tais como a sua eficiência e degradação. De modo a obter uma melhor relação custo-benefício da solução e otimização da vida-útil e sistema de resfriamento, considerou-se a limitação na corrente máxima de carga ou descarga do BESS, de forma obter uma relação de 50% entre a capacidade da bateria e a potência dos inversores (tempo mínimo para carga ou máximo para descarga em duas horas – 0,5C), além de outros fatores expostos no **APÊNDICE II** deste documento.

Ainda, pela restrição de área da localidade, limitada em 0,6 hectares, inicialmente elencados, consideraram-se duas simulações, uma com o limite máximo de solar fotovoltaica em 500 kWp e outra simulação sem esta restrição de espaço.

Para tais análises, serão avaliados dois cenários, para os quais as premissas podem ser encontradas no **APÊNDICE II**:

- **Cenário Verde:** cenário com situação favorável para renováveis, com menores valores de CAPEX e desfavorável para fósseis, com custos mais elevados de combustível e menor eficiência de máquinas;
- **Cenário Cinza:** cenário desfavorável para renováveis, com maiores valores de CAPEX e favorável para fósseis e com custos reduzidos de combustível.

Para a avaliação da viabilidade econômica, será adotada a métrica do menor valor presente líquido (VPL) do custo de geração de energia, sob a ótica do consumidor de energia elétrica, considerando, considerando uma avaliação de fluxo de caixa de projeto, no horizonte de 10 anos, considerando como custos:

- CAPEX do sistema de armazenamento e do sistema fotovoltaico;
- O&M do sistema híbrido.
- Tratando-se de um horizonte de 10 anos, não se vislumbrou a necessidade de RECAPEX no período;

Como benefícios, considerou-se:

- Custo com combustível evitado;
- O&M variável evitado da parcela fóssil.

Para contemplar o impacto ambiental das soluções, também foi considerada a redução de emissões de CO₂ ao longo do prazo contratual remanescente pela solução proposta.

As premissas técnicas e econômicas detalhadas utilizadas na avaliação, podem ser consultadas no **APÊNDICE II** deste documento.

6.5. DIMENSIONAMENTO DA SOLUÇÃO DE HIBRIDIZAÇÃO

As simulações realizadas conforme descrito no capítulo anterior, apontam que, considerando as restrições de espaço identificadas ao longo da visita, que limitam a instalação de energia solar fotovoltaica a cerca 500 kWp, observa-se que o modelo aponta que a decisão mais coerente seria a inclusão da fonte até patamares próximos a este máximo, mesmo no cenário mais desfavorável para as renováveis (cinza).

Conforme apontado na **TABELA 7**, a localidade ficaria com uma participação renovável limitada a 37,4% no Cenário Cinza (desfavorável às renováveis), chegando até 38,5% de penetração no cenário verde (favorável às renováveis), obtendo assim resultados bastante próximos de dimensionamento entre os dois cenários.

TABELA 7 - CENÁRIOS DE HIBRIDIZAÇÃO PARA A LOCALIDADE DE SACAMBU/AM.

Parâmetro	Cenário Cinza	Cenário Verde
Potência instalada solar FV (kWp)	500 kWp	500 kWp
Capacidade instalada BESS ¹⁷ (kWh)	435 kWh	510 kWh
Participação renovável na energia (%)	37,4%	38,5%

Para ambos os cenários o fotovoltaico buscou os limites máximos de área, indicando uma necessidade condizente com a disponibilidade de área para possíveis ampliações. O que ficou evidente que por essa restrição a capacidade de BESS é fortemente influenciada pelo limite de fotovoltaico, permitindo apenas um cenário inferior a 40% de renováveis.

De fato, conforme mostra a **TABELA 8**, ao realizar simulações eliminando a restrição de espaço para o cenário verde, observam-se níveis de penetração consideravelmente superiores, chegando a valores de até 84,1% de penetração renovável. Para o Cenário Cinza, por outro lado, o modelo não resulta em modificações significativas dos valores apresentados acima.

¹⁷ BESS: battery energy storage system

TABELA 8 - CENÁRIOS DE HIBRIDIZAÇÃO PARA A LOCALIDADE DE SACAMBU/AM SEM RESTRIÇÃO DE ÁREA DISPONÍVEL.

Parâmetro	Cenário Verde
Potência instalada solar FV (kWp)	1.326 kWp
Capacidade instalada BESS (kWh)	2.575 kWh
Participação renovável na energia (%)	84,1%

Todavia, tal indicação de expansão demandaria uma área de aproximadamente 1,5 a 2,0 hectares disponível para implementação do projeto, o que demandaria uma avaliação das áreas já desmatadas no entorno da localidade.

Deve-se ponderar que, a utilização de tais áreas, a depender das restrições ambientais e técnicas impostas, poderiam incluir custos e prazos consideráveis, principalmente atrelados a regularização fundiária e licenciamento ambiental, considerando eventuais condicionantes impostas pelo órgão competente. Assim, pela incerteza relacionada, não foram considerados tais custos, nesta modelagem.

6.6. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Conforme apresentado no resumo da **TABELA 9**, levando em consideração as premissas citadas nos subitens deste capítulo, foi possível comparar os cenários visando a viabilidade de cada dentro do escopo vislumbrado. Do ponto de vista econômico, a iniciativa de descarbonização demonstra considerável viabilidade em todas as situações analisadas, apresentando taxas internas de retorno (TIR) que ultrapassam o custo médio ponderado de capital, estimado em 10,4%. Isso se mantém verdadeiro mesmo no Cenário Cinza, caracterizado por condições favoráveis aos preços dos combustíveis e desfavoráveis à opção renovável.

TABELA 9 - RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICA E DE EMISSÕES PARA OS CENÁRIOS DA LOCALIDADE DE SACAMBU.

	TIR (%)	Payback simples (anos)	VPL (mi R\$)	CO2 evitado (ton)	Diesel evitado (L)
Verde	27%	4,8	11,1	10.402,64	3.250.823,97
Verde com limitação de espaço	47%	3,4	7,5	4.788,69	1.496.464,15
Cinza	20%	5,5	1,8	3.379,79	1.056.184,03

Na prática, a operacionalidade mais eficiente do sistema é observada no cenário desprovidos de restrições de espaço para implementação do fotovoltaico. Neste cenário, ressalta-se que apesar da TIR do cenário limitado ser consideravelmente superior, a métrica do VPL nos demonstra a maior atratividade financeira em altas penetrações.

É possível afirmar que existe uma considerável perspectiva para a implementação de mecanismos de partilha de benefícios entre o empreendedor e a sociedade, direcionando uma parte dos ganhos para a moderação tarifária.

Outro aspecto a ser meticulosamente examinado reside na capacidade de economizar a queima superior a 1 milhão de litros de diesel ao longo de uma década. Além dos desafios logísticos e custos substanciais associados à logística na remota região amazônica, sob uma perspectiva ambiental, essa medida impediria a emissão de mais de 3 mil toneladas de CO₂. Isso, por sua vez, abre espaço para a avaliação de benefícios adicionais, como a obtenção de créditos de carbono, ou a otimização do custo de capital mediante a emissão de títulos sustentáveis.

6.7. PRINCIPAIS CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Ficou claro que em qualquer cenário, mesmo no mais propício ao uso de diesel, tendo o CAPEX de fotovoltaico e BESS elevado e o seu custo anual tendo um acréscimo inferior ano a ano, a hibridização da planta de Sacambu é viável. Fatores como a limitação de área são empecilhos para que haja uma potencialização do resultado e precisam ser analisados com mais cautela no local, e entender os impactos da região que se pretendem ser implantados tais projetos, visando entender problemas como planícies inundáveis em períodos de chuva.

Outro ponto, é válido destacar o impacto que o horizonte contratual terá na hibridização de plantas existentes. Na localidade de Sacambu, a disponibilidade de ainda possuir um contrato de 10 anos vigente, torna o projeto atrativo do ponto de vista de viabilidade de implementação, sendo o mais breve possível.

Tendo como base esse panorama é factível de se dizer que os seguintes pontos são importantes fatores a serem estudos como impactantes ou complementares ao projeto, como:

- Mapeamento de fontes alternativas de geração de energia – sabe-se que a região possivelmente não terá um grande fator de geração para fontes como a eólica, devido a fatores ambientais, mas é válida analisar a possível

complementariedade da fonte geradora, com plantas de reutilização de resíduos sólidos advindos de lixos da cidade ou até mesmo da biomassa;

- Plano de conscientização e descarbonização – atualmente o uso de energia aumenta com a possibilidade de utilização de meios tecnológicos para aumentar a qualidade de vida e o conforto, porém, o consumo consciente é preciso ser trabalhado visando a melhor utilização da energia usada no dia a dia da comunidade local, além de possibilitar trabalhar melhor a capacidade de descarbonização visando o uso responsável de energia;
- Análise de crescimento de população e consumo de energia – existem regiões não somente da parte do Sisol, mas também dentro do SIN, de um crescimento significativo da população e do consumo de energia, por isso, é factível deixar uma visão de crescimento do consumo ao longo dos anos como um ponto a ser revisto em uma análise futura.

7. CONCLUSÕES

O presente estudo avaliou as características técnica, econômica e jurídica vinculadas à hibridização energética em três comunidades integrantes do SISOL (Sacambu-AM, Oiapoque-AP e Fernando de Noronha-PE), enfatizando a identificação e a mitigação de riscos inerentes a tal implementação. A análise abordou, inicialmente, as imprecisões nas projeções de demanda energética, concluindo pela necessidade de projeções mais acuradas ou a adoção de cenários flexíveis com capacidade de ajuste futuro. A questão da regularização fundiária emergiu como um desafio significativo, sugerindo a publicação de estudos de área e a viabilização da geração distribuída como estratégias mitigadoras. A adequação do dimensionamento de soluções renováveis foi igualmente contemplada, recomendando-se a exigência de documentação técnica detalhada para sua validação.

Dentro do escopo jurídico, o estudo contribuiu com uma análise minuciosa, abrangendo a elaboração contratual, a integração de fontes renováveis, a interconexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e aspectos regulatórios ambientais, incluindo licenciamento e legislação pertinente à supressão vegetal. Essa revisão jurídica visa fornecer um arcabouço sólido para a implementação e operacionalização de projetos de hibridização.

A avaliação técnica específica da planta piloto em Sacambu destacou duas configurações possíveis, enfatizando a viabilidade do projeto sob diferentes restrições de espaço e considerações de custo. Foi demonstrado que, independentemente das limitações físicas e financeiras, a hibridização apresenta-se como uma alternativa sustentável e economicamente viável, com a potencialidade de oferecer benefícios ambientais significativos, como a redução do consumo de diesel e a consequente diminuição das emissões de CO₂.

A análise ressalta a importância de uma avaliação cautelosa do contexto local e dos impactos regionais para a maximização dos resultados dos projetos de hibridização. Ademais, a perspectiva de economia no consumo de combustíveis fósseis, especificamente diesel, e a redução de emissões de gases de efeito estufa, abrem perspectivas para a obtenção de créditos de carbono e a otimização financeira através da emissão de títulos sustentáveis. Por fim, o estudo sublinha a relevância do horizonte contratual na atratividade e viabilidade de tais iniciativas, particularmente em Sacambu, onde um contrato de dez anos potencializa a implementação imediata do projeto.

Transição Energética em Sistemas Isolados (TE Sisol)

Relatório dos Produtos 14, 15 e 16 – Produto 17