




FASCÍCULO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Por Markus Vlasits e Ricardo Ruther*

38



Capítulo III

APLICAÇÕES DE ARMAZENAMENTO PARA O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO – FOCO EM SISTEMAS ISOLADOS

1) Aplicações prioritárias no âmbito do setor elétrico brasileiro (SEB)

No primeiro artigo deste fascículo (edição 184) destacamos os principais motivos pelo crescente uso de sistemas de armazenamento, entre eles, as políticas de descarbonização, cujo objetivo é elevar a participação de fontes renováveis na matriz elétrica global. Mencionamos que, em alguns países, como Estados Unidos, ou a China, a integração de fontes renováveis variáveis, como solar fotovoltaico ou eólica, exige a implantação de sistemas de armazenamento de grande porte. Mencionamos também que, em outros países, como a Alemanha, as regras de compensação de energia têm encorajado usuários a armazenarem seu excedente energético, em vez de disponibilizá-lo para a rede elétrica.

Evidentemente, estas considerações não se aplicam à realidade brasileira. Através das suas usinas hidrelétricas com reservatórios, o SEB dispõe de uma ampla 'bateria hídrica' que desempenha um papel fundamental para compensar não somente as variações de cargas sazonais, mas também a evolução da curva de carga ao longo do dia. Em relação à geração distribuída, o SEB dispõe de um novo marco legal e, apesar das dúvidas em relação à evolução futura das regras de compensação, nada indica que este novo marco legal incentive o uso de sistemas de armazenamento por usuários de sistemas de geração distribuída.

Diante destas colocações, há que se perguntar: quais serão as aplicações prioritárias de armazenamento capazes de agregar valor ao SEB? Recentemente, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) publicou um estudo (https://mcusercontent.com/cc1f6a28297fa160b30bed073/files/0c9417d1-d927-f344-4d78-ab2c8a689ce4/Relat%C3%B3rio_Executivo_Estudo_de_Armazenamento.pdf) que analisa a viabilidade técnica e financeira das diferentes aplicações, agrupando-as em seis segmentos:

com/cc1f6a28297fa160b30bed073/files/0c9417d1-d927-f344-4d78-ab2c8a689ce4/Relat%C3%B3rio_Executivo_Estudo_de_Armazenamento.pdf) que analisa a viabilidade técnica e financeira das diferentes aplicações, agrupando-as em seis segmentos:

- 1) Sistemas isolados;
- 2) Sistemas voltados à otimização de consumo de usuários conectados a redes;
- 3) Redes de energia (transmissão e distribuição);
- 4) Serviços ancilares (regulação de frequência, suporte de reativos, reserva operacional);
- 5) Mercado de capacidade;
- 6) Mercado de energia.

Evidentemente, cada uma destas categorias exige topologias e tamanhos de sistemas distintos, além de apresentarem perfis de uso muito diferentes. Neste artigo, avaliamos o potencial e os desafios enfrentados por sistemas de armazenamento no âmbito de sistemas isolados. Em artigos futuros, serão avaliados os arranjos para os demais segmentos.

2) Particularidades de sistemas isolados

Segundo a definição da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), sistemas isolados são 'sistemas elétricos de serviço público de distribuição de energia elétrica, que não estão eletricamente conectados ao sistema interligado nacional (SIN), por razões técnicas ou econômicas'. A EPE contabiliza 251 localidades com um consumo total

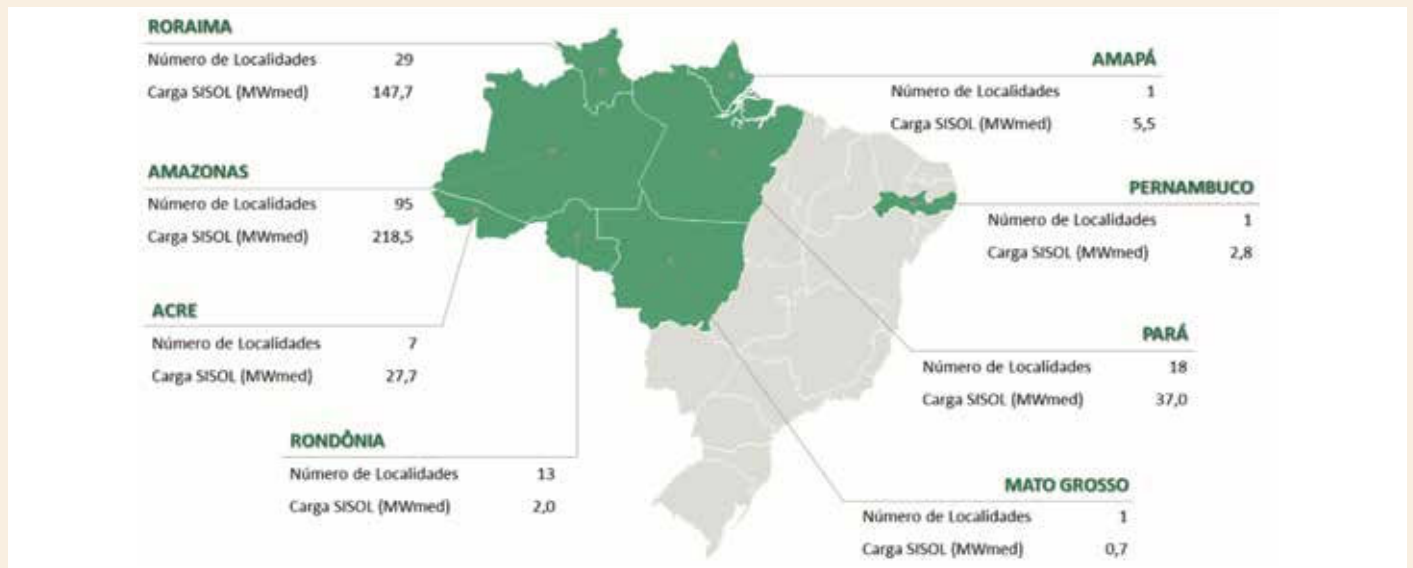


Figura 1 - Localização e carga média de sistemas isolados públicos. Fonte: ONS – Plano SISOL 2022.

de aproximadamente 4.000 GWh/ano, representando menos de 1% do consumo total brasileiro de energia elétrica. Adicionalmente, existe um número considerável de sistemas isolados operados por agentes privados, tais como grandes produtores rurais e empresas de mineração. A grande maioria destes sistemas isolados está localizada no Norte do Brasil.

Diferentemente do SIN, cuja energia é predominantemente renovável, a geração em sistemas isolados é predominantemente fóssil. Conforme as estatísticas disponibilizadas pelo Operador Nacional do Setor Elétrico (ONS), 95% da potência instalada em sistemas isolados públicos é de geradores à óleo Diesel e demais tipos de óleos combustíveis. O gás natural representa cerca de 4% da potência total, sendo o resto dividido entre biomassa e PCHs. Ao longo dos próximos anos, a participação de gás natural deverá aumentar, mas, diferentemente do SIN, a inserção de fontes renováveis vem avançando a passos lentos.

É importante destacar que esta geração termelétrica resulta em um elevado custo econômico e ambiental. Um gerador consome entre 240 e 280 litros de óleo diesel por MWh de energia elétrica gerada. Atualmente, o preço médio do óleo diesel ao consumidor na região Norte é de R\$ 6,80/litro. Usando este valor como referência, apenas o custo do combustível ficaria entre R\$ 1.600 a R\$ 1.900/MWh, sem levar em consideração despesas com a manutenção e o reparo dos geradores. Tendo em vista que estes valores são muito superiores às tarifas de energia cobradas aos consumidores finais, as distribuidoras da região Norte recebem um subsídio, chamado CCC (conta de consumo de combustível). Para o ano de 2021, o orçamento do CCC foi de R\$ 8,8 bilhões. Este subsídio faz parte da chamada CDE (conta de desenvolvimento energético). Para 2022, o orçamento da CDE deve aumentar em 28%, segundo estimativas da Aneel. É razoável supor que boa parte deste aumento é atribuível à CCC, já que o preço do óleo diesel aumentou em mais de 50% ao longo dos últimos 12 meses.



Figura 2 - Evolução do preço médio de distribuição de óleo diesel na Região Norte. Fonte: ANP.

Segundo dados do IEMA (Instituto de Energia e Meio Ambiente), a região Norte emite 34% dos gases de efeito estufa de todo o Brasil. Embora o desmatamento e a agropecuária sejam as principais fontes de CO₂ na região Norte, o setor de energia também tem uma contribuição relevante nas emissões de gases de efeito estufa daquela região.

Na hora de avaliar opções energéticas para sistemas isolados, é importante levar em consideração que a geração termelétrica de óleo diesel representa um elemento importante na economia regional. A comercialização do combustível representa uma importante fonte

de receita de ICMS para os governos estaduais. Adicionalmente, a distribuição de combustível e a manutenção dos geradores representa uma oportunidade de empregos em uma região caracterizada por escassez de oportunidades no mercado de trabalho. Também é importante observar que, em alguns casos, as concessões foram vencidas por consórcios formados por empresas de comercialização de combustíveis e empresas de venda e instalação de geradores, o que solidifica ainda mais o interesse em manter a atual matriz energética cara e poluente.

A crescente participação de gás natural reduz o custo de geração e o impacto ambiental da geração termelétrica, mas cria uma série de outros desafios, principalmente de caráter logístico. Neste sentido, a usina termelétrica Jaguatirica II, localizada em Boa Vista (RR), serve como exemplo interessante. Inaugurada em março deste ano com capacidade de cerca de 100 MW, esta usina poderia atender, em tese, até 70% do consumo de energia elétrica da região. Acontece que o gás consumido vem do Campo do Azulão, localizado perto do município de Itapiranga no estado do Amazonas, localizado a mais de 1.000 km de Boa Vista. O transporte do combustível é feito por caminhões que precisam percorrer a BR 174 que conecta Manaus com Boa Vista, atravessando a reserva indígena Waimiri Atroari, que fica fechada para o trânsito diariamente entre 18h e 06h.



Figura 3 - Impressões da BR 174 perto do município de Rorainópolis, RO. Fonte: <https://folhabv.com.br>, 22/11/2021.

3) O papel de sistemas de armazenamento na transição energética de sistemas isolados

Em princípio, a inserção de sistemas de armazenamento em sistemas isolados pode acontecer de duas formas – como elemento estabilizador em sistemas com geração puramente termelétrica, ou como complemento a fontes renováveis variáveis, como a geração solar FV ou eólica. Do ponto de vista técnico é possível substituir a geração termelétrica por completo. No entanto, do ponto de vista econômico, parece razoável manter uma certa parcela de geração termelétrica para momentos com pouca disponibilidade do recurso renovável, por exemplo, durante dias muito chuvosos.

Em primeiro lugar precisamos esclarecer qual fonte renovável melhor se adequa para a geração e substituição de geradores termelétricos. Neste contexto, as fontes a serem avaliadas de forma detalhada são solar FV, eólica e de biomassa. É verdade que a região amazônica ainda possui um grande potencial hidrelétrico ainda não explorado, no entanto, as experiências do passado, como, por exemplo, a construção da UHE Belo Monte, mostraram que a exploração desse

CRESCIMENTO GAZQUEZ

para atender melhor você,
NOSSO CLIENTE!



EXPANSÃO/UNIDADE II
ATIBAIA / SEDE PRÓPRIA



EXPANSÃO
UNIDADE III/CENTRO
DE DISTRIBUIÇÃO
ATIBAIA / SEDE PRÓPRIA



CENTRO DE
COMANDOS
AMPLIAÇÃO



NOVOS
EQUIPAMENTOS
TECNOLOGIA DE PONTA



PCP-MECÂNICO
AMPLIAÇÃO



NOVA SALA DE
TREINAMENTO



NOVO LABORATÓRIO
DE ENSAIO



PCP-ELÉTRICO
PLANEJAMENTO



FAÇA PARTE DAS NOSSAS
REDES SOCIAIS | ACESSE:



@GAZQUEZPAINÉISELÉTRICOS

(55 11) 3380-8080 /
(55 11) 4210-4288



NOVO SOFTWARE
PARA PROJETOS



SISTEMA ELÉTRICO
AUTO SUFICIENTE
MAIRIPORÃ/MATRIZ

UM NOVO CONCEITO EM PAINÉIS ELÉTRICOS
www.gazquez.com.br



potencial quase sempre resulta em obras de grande porte, com impactos ambientais e sociais profundos, e voltadas para 'exportação' de energia para outras regiões, e não para o atendimento da população local. Por estes motivos não será objeto deste artigo.

Os gráficos a seguir mostram o potencial solar e eólico na Amazônia.

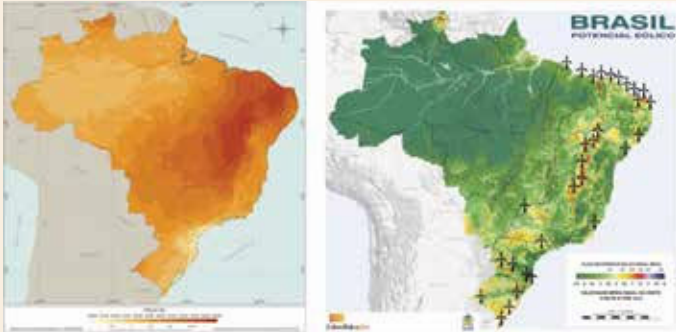


Figura 4 - Disponibilidade de recursos solares e eólicos na região Norte vs. demais regiões do Brasil. Fontes: Atlas brasileiro de energia solar (Pereira et al., 2017) e Atlas do potencial eólico brasileiro (Adaptado pelo Ideal Estudos e Soluções Solares de Odilon Camargo do Amarante, 2001).

Observa-se que a irradiação solar atinge valores médios em torno de 4.000 a 5.000 Wh/m²/dia, taxa comparável àquela na região sul do Brasil onde já existe um uso expressivo da fonte fotovoltaica no âmbito da geração distribuída. No entanto, a velocidade média anual de vento é muito menor do que em regiões que hoje fazem um bom aproveitamento desta fonte (litoral e interior do Nordeste e do Sul). Em 50 metros de altura estas regiões atingem velocidade superiores a 7,5 metros/segundo, enquanto na Amazônia são valores abaixo de 4,5 metros/segundo. Além da baixa disponibilidade, o melhor aproveitamento do recurso eólico exige instalações de grande porte, de múltiplos MW, o que, no contexto de sistemas isolados no Norte do país, nem sempre é possível ou economicamente viável. No caso da fonte solar, no entanto, uma instalação de pequeno porte em princípio pode atingir os mesmos índices de produtividade que uma usina de grande porte. A geração fotovoltaica é altamente modular, o que facilita o seu uso, tanto para sistemas de pequeno porte, como para realização de usinas. Em tese, existe uma abundante oferta de insumos de biomassa para a geração de energia elétrica na região Amazônica. No entanto, esta fonte enfrenta duas dificuldades. Embora existam projetos de manejo sustentável, em muitos casos, a biomassa é resultado de ações de desmatamentos ilegais. Evidentemente, não seria nada aconselhável incentivar essa atividade, que tanto degrada a Amazônia, através de projetos de aproveitamento de resíduos. Além disso, a disponibilidade em quantidades relevantes desta biomassa é restrita para lugares específicos, o que dificulta seu uso como fonte prioritária para a descarbonização de sistemas isolados. Diante do exposto é razoável concluir que embora existam várias fontes renováveis disponíveis, em muitas localidades na região Norte, a geração solar FV muito provavelmente será a fonte mais adequada para reduzir o uso de combustíveis fósseis para a geração de energia elétrica.

A operação de uma microrrede com geradores termoeletrônicos

precisa obedecer algumas restrições impostas pelo tipo de máquinas usadas, quase sempre tratando-se de motores a combustão. Estes geradores têm uma certa faixa de operação com um limite superior determinado pela potência máxima do motor e um limite inferior determinado pela sua rotação mínima. O consumo específico de combustível (litros de combustível por MWh de energia elétrica gerada) varia bastante dentro desta faixa, com o ponto ótimo em muitos casos ficando perto dos 80% da potência nominal do motor e caindo bruscamente para operação abaixo dos 50% da potência nominal. Neste contexto é importante lembrar que a curva de carga de uma microrrede nunca é estática. A demanda por energia elétrica varia ao longo do dia, e tipicamente tem um pico matinal, um afundamento perto do meio-dia, e outro pico no horário noturno. Para acompanhar esta variação de carga, os motores, às vezes, precisam operar longe do ponto ótimo de carga, aumentando assim o consumo específico de combustível. Em princípio, este problema pode ser minimizado, substituindo um gerador de grande porte por vários com potências menores. No entanto, esta fragmentação pode trazer outros desafios, como por exemplo maior complexidade para a manutenção e perdas de eficiência em momentos de carga constante (vários motores de pequeno ou médio porte operados de forma paralela são normalmente menos eficientes que um motor de grande porte). O gráfico a seguir mostra o regime operacional para uma microrrede térmica com dois motores.

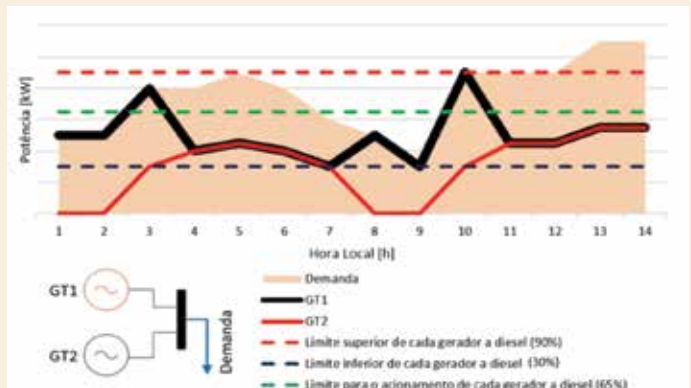


Figura 5 - Regime operacional de microrrede térmica com dois motores. Fonte: IESS (Ideal Estudos e Soluções Solares), 2021.

Possivelmente, o primeiro passo rumo à descarbonização de sistemas isolados seria a combinação de um gerador termoeletrônico com uma fonte renovável, sem nenhum tipo de armazenamento de energia, também denominado como sistema híbrido passivo. Importante observar que a participação (nível de penetração) da geração renovável viável do ponto de vista técnico dependerá de vários fatores, tais como o formato da curva de carga, a variabilidade do recurso renovável e o nível de automação utilizado para realizar o balanceamento entre o gerador térmico e o renovável. Uma série de estudos foi realizada envolvendo sistemas passivos incluindo geradores a diesel e sistemas fotovoltaicos, com e sem automação. O gráfico a seguir mostra o nível máximo de penetração energética da geração FV para sistemas isolados com diferentes números de geradores termoeletrônicos.

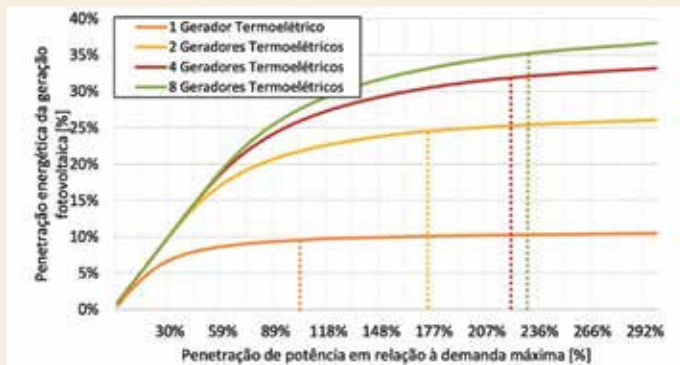


Figura 6 - Penetração energética da geração FV para arranjos com diferentes números de geradores termoelétricos. Fonte: IESS (Ideal Estudos e Soluções Solares), 2021.

Conforme pode ser constatado, a penetração máxima de energia renovável, no caso de um sistema passivo com um único gerador, é de apenas 10%. No entanto, a potência nominal do sistema fotovoltaico fica perto da demanda máxima da curva de carga, o que resulta em uma operação bastante ineficiente do gerador FV. Neste caso, apenas 26% do potencial da geração fotovoltaica é realmente transformado em energia elétrica. O resto é desperdiçado.

No caso de um sistema passivo com dois geradores termoelétricos, a penetração energética pode alcançar níveis próximos aos 25%. No entanto, seria preciso sobredimensionar o sistema FV em 75% (em relação à demanda máxima da curva de carga) e apenas 40% do potencial da geração FV seria aproveitado. E mesmo com 8 geradores, a penetração máxima da fonte FV ficaria limitada em valores próximos aos 35%, exigindo um sobredimensionamento de 236%. Fica evidente que este tipo de arranjo é pouco viável do ponto de vista técnico, além de proporcionar apenas uma redução modesta nas emissões de gases de efeito estufa.

Por sistema ativo entende-se um conjunto composto por um gerador de energia renovável, um sistema de armazenamento e um gerador termoelétrico utilizado como fonte de contingência. Neste arranjo, o excedente da geração fotovoltaica não será desperdiçado, mas será utilizado para carregar o sistema de armazenamento, o qual fornecerá energia durante as horas sem geração fotovoltaica, conforme pode ser visto no gráfico a seguir.

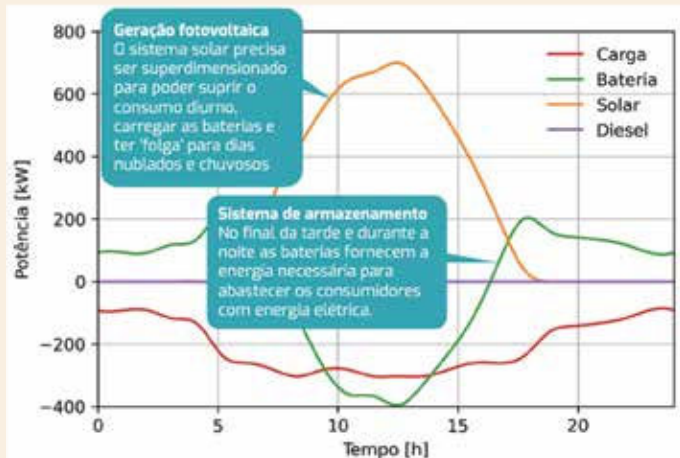


Figura 7 - Curva de carga vs. curva de geração para sistema ativo com armazenamento. Fonte: NewCharge, 2021.

A NBR IEC 61439-1 é novidade para sua empresa?

Para a nossa, não.

A KitFrame realizou o primeiro ensaio de acordo com a IEC 61439 em 2014, 2 anos antes da publicação da norma no Brasil. Desde então, realizamos dezenas de ensaios no Brasil e no exterior, como parte da estratégia de investir continuamente em pesquisa e desenvolvimento de produtos altamente competitivos.



Conjunto testado SIELTT conforme IEC 61439-1&2 e IEC TR 61641



KitFrame
electromechanical smart system

+55 11 4613-4555

www.kitframe.com

kitframe@kitframe.com

Kitframe do Brasil
Eletra Industrial

A Figura 8 apresenta diferentes cenários de operação de um sistema ativo, em função de diferentes condições meteorológicas. Conforme pode ser visto, em dias muito chuvosos, a geração fotovoltaica pode ser insuficiente para carregar o banco de baterias, o que irá exigir um uso mais amplo do gerador termoelétrico. Em dias ensolarados, o sistema fotovoltaico geraria energia suficiente para segurar a carga durante a maior parte do dia e da noite, limitando o uso do gerador termoelétrico para alguns poucos momentos.

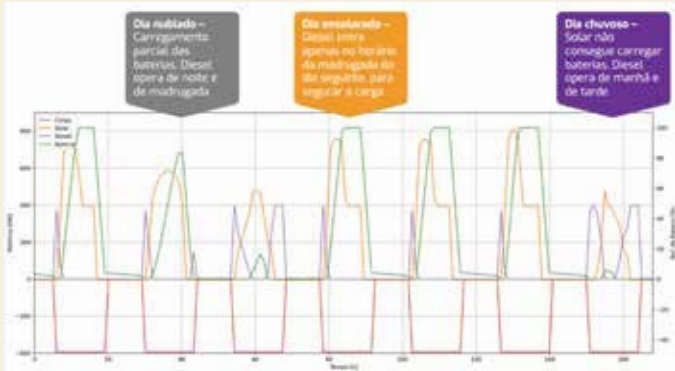


Figura 8 - Diferentes cenários de despacho do gerador termoelétrico. Fonte: NewCharge, 2021.

É importante ressaltar que um sistema ativo pode ser dimensionado para tornar o gerador termoelétrico obsoleto e proporcionar um sistema isolado com 100% de geração renovável. No entanto, para atingir esta meta, seria necessário um sobredimensionamento expressivo, tanto para o gerador fotovoltaico, como para o sistema de armazenamento. Segundo análises realizadas para a região Norte do Brasil, o atendimento pleno exigiria um sistema fotovoltaico cuja potência nominal seria quatro vezes maior que a demanda máxima da curva de carga e um banco de baterias com autonomia de aproximadamente 65 horas. Sem dúvida esses arranjos ainda são inviáveis do ponto de vista econômico.

As análises realizadas pela NewCharge indicam que, com base nos atuais preços de óleo diesel (R\$ 6,80/litro na região Norte), a participação 'ótima' (do ponto de vista econômico) da geração renovável com armazenamento em sistemas isolados no norte do Brasil fica em torno de 50%. Levando em consideração as reduções no capex do sistema fotovoltaico e de armazenamento esperadas para os próximos anos, e um aumento do custo do óleo diesel, o ponto ótimo futuro da participação renovável poderá alcançar os 90%. Daí decorre a conclusão de que a descarbonização da Amazônia passa por um "phase in" da geração solar fotovoltaica simultâneo a um "phase out" da geração a diesel. Além disso, a substituição completa da geração fóssil na região depende de um novo vetor de energia (como por exemplo o hidrogênio verde obtido a partir da eletrólise da água utilizando energia solar) para substituir por completo a geração termelétrica com base fóssil.

Como resultado das simulações em software dedicado para esse tipo de dimensionamento, apresentamos na tabela à esquerda da Figura 9 o resultado para sistemas no panorama atual (2022). Atualizando as considerações de capex e custo do combustível observamos a inserção maior da geração renovável e utilização do sistema de armazenamento.

Estudos de caso

Kaua'i é uma ilha que faz parte do arquipélago de Havaí e fica a aproximadamente 120 km de Honolulu. Tem uma população de cerca de 70.000 habitantes e até recentemente sua energia elétrica era produzida por geradores a diesel. Com o combustível sendo importado, a ilha teve uma das tarifas de energia elétrica mais caras dos Estados Unidos. Ao longo dos últimos anos foram realizados diversos projetos de geração renovável e de armazenamento, incluindo uma planta FV com potência de 28 MW e capacidade de armazenamento de 100 MWh (AES Lawa'i Solar + Storage), e outra com potência FV de 13 MW e 52 MWh de armazenamento (Tesla Solar + Storage).

Otimização para menor incursão de Diesel			Otimização para menor incursão de Diesel		
Sistema	Total de Energia Entregue (kWh)	Participação	Sistema	Total de Energia Entregue (kWh)	Participação
GFV (MWh)	517,346.12	43.73%	GFV (MWh)	565,977.94	46.60%
GD	614,145.84	51.91%	GD	112,941.22	9.30%
GB	51,678.92	4.37%	GB	535,499.60	44.10%
Indicadores	TIR	%	Indicadores	TIR	%
	Payback			Payback	
	Excedente FV	-28.252%		Excedente FV	-65.079%
	Client Energy Price	R\$		Client Energy Price	R\$
	Economia Bruta/Ano	R\$		Economia Bruta/Ano	R\$
CAPEX	TMA	R\$	CAPEX	TMA	R\$
	SFV	-R\$		SFV	-R\$
	BESS	-R\$		BESS	-R\$
	Total	-R\$		Total	-R\$
Sistema	Tamanho	Unidade	Sistema	Tamanho	Unidade
GF	432.72	kWp	GF	972.64	kWp
BESS	221.00	kWh	BESS	1740.00	kWh

Figura 9 - Cenários de dimensionamento para sistemas ativos. Fonte: NewCharge, 2021.

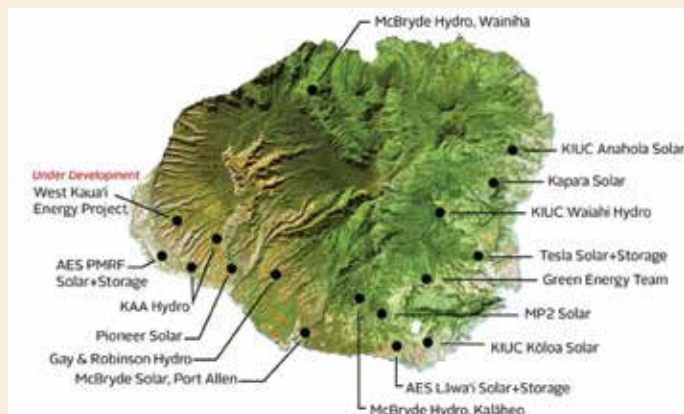


Figura 10 - Usinas renováveis e sistemas de armazenamento na ilha de Kaua'i. Fonte: Kaua'i Island Cooperative.



Figura 11 - Sistema isolado para irrigação no estado de Goiás. Fonte: Tesvolt.

Para aumentar ainda mais a participação da energia renovável na matriz energética da ilha, será implantado um novo projeto composto por uma usina FV de 35 MW e duas usinas hidrelétricas reversíveis com capacidade total de 24 MW, que serão usadas como dispositivos de armazenamento de longa duração.

É sempre bom poder citar projetos pioneiros no Brasil. No âmbito dos sistemas isolados existe desde 2020 um sistema composto por um gerador FV de 773 kWp e um sistema de armazenamento de 307 kWh, fornecendo energia elétrica para uma fazenda de 1.400 hectares localizada perto do município de Quirinópolis no estado de Goiás. Embora a região pertença aos "trópicos centrais brasileiros", com um verão úmido e chuvoso, também há um período seco de vários meses no inverno (de maio a setembro), durante o qual o produtor rural em questão não consegue cultivar. Segundo informações do integrador, este projeto teve um prazo de amortização inferior a três anos, porque, além de economizar com a queima de óleo diesel, permitiu aumentar a produtividade da fazenda.

Pré-requisitos para a transição energética em sistemas isolados

O objetivo deste artigo foi de mostrar o potencial de fontes renováveis e sistemas de armazenamento no âmbito de sistemas isolados e deixar claro que a atual dependência de fontes fósseis não é mais uma necessidade técnica, mas sim resultado de políticas públicas e de interesses particulares. Evidentemente, a descarbonização dos sistemas isolados brasileiros exigirá uma série de iniciativas empresariais e políticas públicas para que ela se torne realidade.

Sistemas que atendem a cidades ou municípios são contratados através de leilões que proporcionam aos empreendedores contratos de curto (5 anos) a médio prazo (15 anos). Embora as regras dos certames permitam a participação de fontes renováveis e de sistemas de armazenamento, tais tecnologias ainda não foram contratadas, principalmente pela falta de conhecimento dos empreendedores acerca destas novas tecnologias. Faz-se necessária a disseminação desta informação na região e ao mesmo tempo a redução de custos

Conte com a HellermannTyton para um Painel Elétrico mais organizado e seguro.

MADE FOR REAL®



HellermannTyton

Conheça as Canaletas HelaDuct HD, ideais para o roteamento e proteção de cabos em instalações elétricas e quadros de comando.

A HellermannTyton disponibiliza quatro cores de canaletas fabricadas em PVC nos modelos Aberto, Semi-Aberto e Fechado. Além das canaletas fabricadas em PVC, também disponibilizamos opção livre de halogênio.



Para saber mais informações, aponte a câmera do seu Smartphone para o QRCode e baixe nosso folheto.

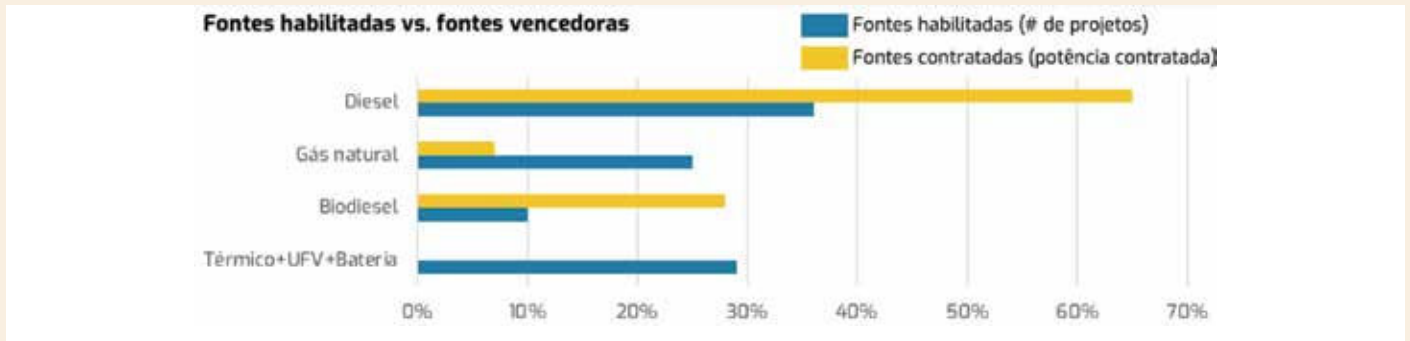


Figura 12 - Leilão de sistemas isolados 2021. Fonte: NewCharge a partir de dados da EPE e CCEE.

principalmente dos sistemas de armazenamento de energia em baterias de íons de lítio. A Figura 12 mostra as fontes habilitadas versus aquelas que foram efetivamente contratadas no último leilão de sistemas isolados de abril de 2021.

46 Existem vários motivos para a falta de contratação de fontes renováveis e de sistemas de baterias. Entre eles, os dois principais podem ser assim resumidos:

- Conforme as regras atuais, para conseguir um contrato de 15 anos, o sistema precisa ser 100% renovável e/ou usar a fonte de gás natural. Conforme mostramos, uma solução 100% renovável ainda esbarra na viabilidade econômica, enquanto a distribuição do gás natural é mais complexa e cara do que a distribuição do óleo diesel. Uma solução para esta situação é considerar como renováveis os projetos híbridos que exijam que a maior fração da geração anual seja realizada por fonte renovável;
- A precificação dos lances para geradores termoelétricos é feita com base em referências de preços históricos de combustíveis. As regras de contratação também contêm cláusulas de atualização do preço de combustíveis, permitindo que o agente gerador possa repassar o risco de um aumento futuro desses preços ao consumidor. No leilão do ano passado, geradores térmicos a óleo diesel foram contratados por R\$ 989 a 1.098/MWh, o que à primeira vista parece um valor bastante competitivo. Muito provavelmente, quando esses empreendimentos entrarem em operação, seu real custo de geração será significativamente mais alto, atingindo patamares que teriam inviabilizado a inclusão de fontes renováveis com recursos de armazenamento.

A elevada carga tributária representa outro desafio para o uso de sistemas de armazenamento, não somente no âmbito de sistemas isolados, mas em todo Brasil. Atualmente, a carga tributária incidente em sistemas de armazenamento importados é de quase 80%, enquanto o valor equivalente para sistemas de fabricação nacional é de 65%. Ambas as alíquotas são proibitivas – elas não somente inviabilizam muitos projetos, mas também reduzem a arrecadação da Receita, dado o baixo número de projetos que estão sendo realizados. As políticas

tributárias aplicáveis a sistemas de armazenamento ainda serão objeto de um artigo futuro deste fascículo.

Conclusão

Ao longo deste artigo mostramos as oportunidades e barreiras para um crescente uso de fontes renováveis e de sistemas de armazenamento. Mostramos também que arranjos de 'sistemas ativos' conseguem conciliar estratégias de descarbonização com a racionalidade técnica e econômica. A adoção dessas novas tecnologias não acontecerá de forma espontânea ou automática, ainda mais porque a maior parte da capacidade de geração de sistemas isolados é contratada por leilões, cujas regras são definidas pelo governo federal. Consequentemente, a descarbonização dos sistemas isolados precisa tornar-se política de estado. Caso contrário, pouco progresso será feito.

Markus Vlasits é fundador e diretor-sócio da NewCharge Projetos, uma empresa de engenharia e desenvolvimento focada em soluções de armazenamento de energia. Foi diretor comercial e co-fundador da Faro Energy e também diretor, e, posteriormente vice-presidente da Q-Cells SE na Alemanha, uma das principais produtoras de células e painéis fotovoltaicos. É conselheiro e coordenador do grupo de trabalho de armazenamento da Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR).

Ricardo Ruther é professor titular da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com graduação em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS-1988), mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS-1991), doutorado em Electrical and Electronic Engineering - The University of Western Australia (UWA-1995) e pós-doutorado em Sistemas Solares Fotovoltaicos realizado no Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems na Alemanha (Fraunhofer ISE-1996) e na The University of Western Australia (UWA-2011). Atualmente é coordenador do Laboratório FOTOVOLTAICA/UFSC (Grupo de Pesquisa Estratégica em Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina), diretor técnico do Instituto para o Desenvolvimento das Energias Alternativas na América Latina (IDEAL) e faz parte do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Energias Renováveis e Eficiência Energética na Amazônia (INCT-EREEA).