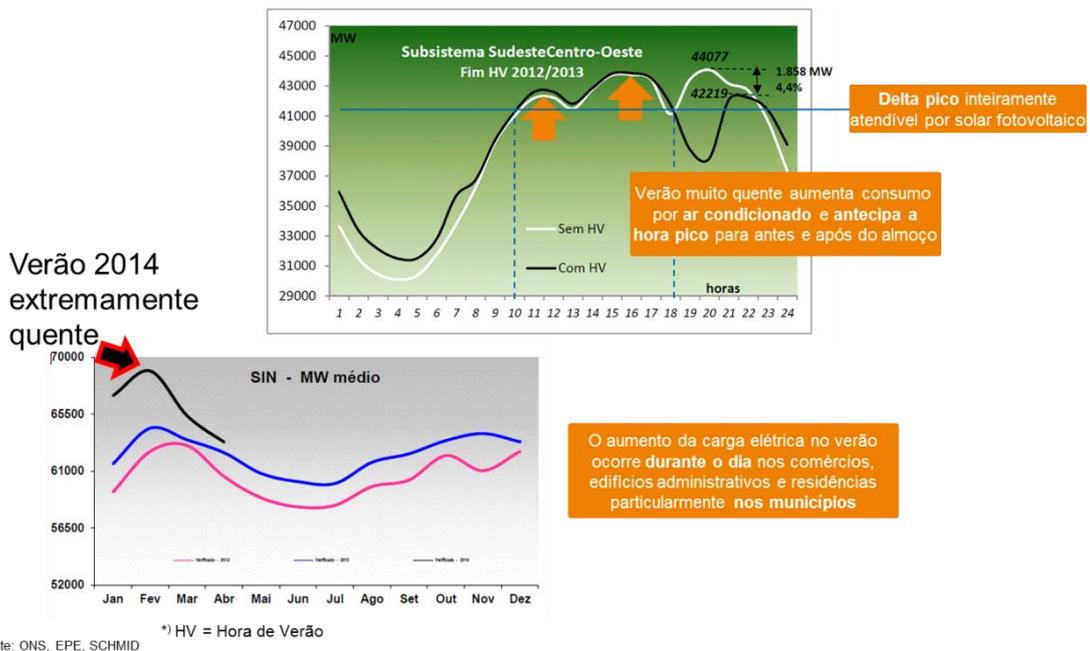


## Solar fotovoltaico – inserção estratégica na matriz elétrica nacional

Brasil, país da maior reserva de água doce no planeta e principal investidor na fonte hidroelétrica do mundo, esta diante de situação improvável de um racionamento de eletricidade. Isso afeta o Brasil de maneira estratégica na dança global da captação de recursos para investimentos e da atratividade como polo econômico-industrial. Sendo que as indústrias e manufaturas de hoje são altamente robot- e automatizadas, a eventualidade da falta de eletricidade com o ecossistema das águas em desequilíbrio palpável coloca a competitividade do país numa situação de potencial declive e em dificuldade para atrair indústrias modernas, comprometendo o desempenho econômico futuro da Nação.

Embora o país tenha investido continuamente no aumento da capacidade de geração e no sistema de transmissão, houve aspectos que chamaram menor atenção: a eficiência no abastecimento final, observando o comportamento do consumidor; as perdas do sistema elétrico persistentes – sobretudo na transmissão; e a sazonalidade do consumo elétrico em si. Neste artigo, analisamos como a fonte solar fotovoltaica pode contribuir para melhorar a situação do sistema elétrico de maneira eficiente e duradoura.

### A energia solar fotovoltaica atenua o estresse da hora pico verão



Conforme se vê na figura de cima, a necessidade de se proteger do grande calor no verão exigiu aumentar consideravelmente a geração elétrica do Sistema Interligado Nacional para atender a alta de demanda do consumo elétrico nessa estação, puxado, sobretudo, pelo ar condicionado nos edifícios e a refrigeração dos alimentos, seja nos supermercados, restaurantes ou centros comerciais. A hora pico se faz notar antes e depois do almoço, e só se atenua quando as pessoas deixam seus escritórios para retornarem a casa. Como a migração do Brasileiro as cidades é considerada irreversível, a sazonalidade do alto consumo de verão com maior incidência durante o dia é um fator que vai restar e que poderá ser enfrentado de maneira efetiva colocando módulos solares sobre os edifícios públicos e privados dos municípios, ou seja, no lugar mesmo do consumo.

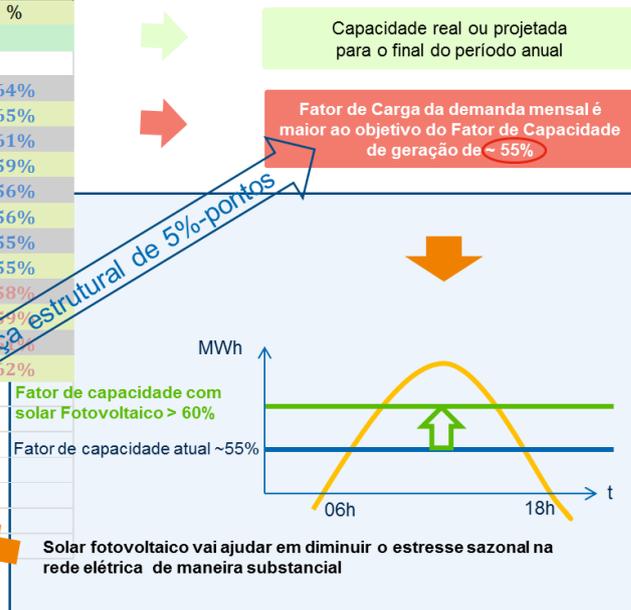
A fonte solar fotovoltaica representa hoje um mercado de instalação global de 40 GW anuais, resultado de um barateamento acelerado da tecnologia por grandes efeitos de escala e de inovação orientado, sobretudo, ao aumento da eficiência da célula, que levou o preço de geração solar fotovoltaica por kWh a um nível menor que o preço de eletricidade do mercado – sem subvenções – em Estados como Baja Califórnia (México) ou Texas; Estados, aliás, com níveis de insolação semelhantes a grandes partes do Brasil. Atingiu-se, portanto, o “grid parity”. No Brasil, a força do sol em pro-médio é de 198,5 TWh/100 km<sup>2</sup>, ou seja, sobre cada 250 km<sup>2</sup> do território nacional o sol incide com a mesma força que o atual consumo total de eletricidade do país. Sobre os rios e lagos, esta insolação leva, inoportunamente, a grandes quantidades de evaporação. Sobre o campo não protegido pela capa florestal, leva a degradação acelerada o que requer investimentos em constante aumento para manter a área cultivável. Mas sobre as cidades e aldeias, o sol é uma fonte energética imbatível: insumo de zero custo, que incide sobre áreas construídas, lá onde as pessoas vivem, estudam e trabalham, que pode ser usada para gerar renda em favor de pessoas, e ajudar a aumentar o rendimento de estabelecimentos por colocação de painéis solares sobre galpões, armazéns, escolas e outros edifícios. A final, o m<sup>2</sup> dos terrenos, que geralmente custa caro nas cidades, já foi pago, tornando o abastecimento de energia solar num fonte de renda e riqueza extraordinária e adicional para quem queira se aproveitar. Neste verão, observou-se de maneira acentuada em muitas cidades, que a hora pico moveu-se para o começo da tarde, o que levou o sistema elétrico nacional a beira da sua capacidade, e agravou por muito a situação já precária dos reservatórios das hidroelétricas. Ora, é econômico trazer eletricidade de centenas ou milhares de Km de distancia se a necessidade está nos supermercados ou centros comerciais das cidades, que dispõem de telhados, mas que infelizmente hoje ainda não contam com a disposição dos seus proprietários para agilizarem seu usufruto energético? Precisa-se promover a fonte solar para os empresários e cidadãos, e os conscientizar sobre o potencial no auto-abastecimento quando a incidência do aumento em eletricidade é diretamente decorrente das suas atividades. Ser pioneiro, neste caso de uma nova fonte de energia, é também uma assunção de responsabilidade. Cabe ressaltar que, além de ser um bom negócio para o homem e empresário da cidade, o auto-abastecimento com solar fotovoltaico pode, se usado estrategicamente sobre lugares de forte consumo, diminuir o estresse nos pontos de transformação, transmissão e geração de eletricidade do país. O período de consumo pico veraneio, causada pelo calor nas cidades, podia com a tecnologia solar hoje existente ser perfeitamente absorvida na própria origem, diminuindo de forma significativa o custo de investimento holístico e estrutural da eletricidade no país, apoiando-se na infraestrutura de subestações e transmissão existentes e evitando a construção de novas linhas de transmissão à largas distancias. Ajudaria também avançar na temática da modicidade tarifária, de redução da tarifa, aspecto central da estratégia do governo para o setor elétrico, conforme contemplamos nos próximos parágrafos.

Na figura que segue, estudamos o fator de capacidade verificado no consumo (a carga elétrica) contra o fator de capacidade na geração, tal como planejado pela EPE e o Setor Elétrico em geral. Verifica-se uma grande falta de energia durante o verão, que desequilibra o sistema elétrico de maneira estrutural muito além dessa própria estação do ano.

## O solar fotovoltaico aumenta o fator de capacidade da base instalada

Carga de Demanda SIN MW médios mensais				Crescimento	Carga mensal
	2012r	2013r	2014p	%	%
Capacidade de geração	121.100	126.700	135.117	6,64%	
Janeiro	71.701	74.126	83.296	12%	64%
Fevereiro	76.262	77.123	84.959	10%	65%
Março	75.340	77.605	80.207	3%	61%
Abril	72.883	72.609	77.718	7,0%	59%
Mai	69.909	71.210	73.432	3,1%	56%
Junho	69.753	71.013	72.791	2,5%	56%
Julho	68.281	71.125	71.847	1,0%	55%
Agosto	68.068	72.240	71.417	-1,1%	55%
Setembro	72.524	72.991		0,6%	58%
Outubro	75.124	75.142		0,0%	59%
Novembro	72.141	76.841		6,5%	60%
Dezembro	76.029	78.983		3,8%	62%
Carga Demanda MWm / ano	60,7%	59,9%	58,8%		
Promédio Abril - Set "Inverno"	70.236	71.865			MW
Promédio Out-Março "Verão"	74.433	76.636			MW
Delta verão / inverno	4.196	4.772			MW
Diferença mês máx - min	7.960	7.970	13.542		MW

Fonte: ONS, ANEEL, EPE; Análise SCHMID



*Observação: A carga de demanda é reportada mensalmente pelo ONS, enquanto que a capacidade de geração foi calculada servindo-se dos 6 meses da capacidade real reportada pela ANEEL ao fim do ano anterior e 6 meses conforme o planejamento fornecido pela EPE para o ano em curso.*

Nos passados quarenta anos, o Brasil apostou forte nas águas como fonte energética, criando-se infraestrutura, base tecnológica e conhecimento hidroelétrico nacional extenso, com quase 90 GW de capacidade e mais de mil construções espalhados atualmente por todo o país. Mas, diante do câmbio climático, e em especial as grandes secas sofridas na Amazônia nos anos 2005 e 2010 – tema estudado em profundidade e com conclusões inquietantes pelo INPE, assim como estiagens longas e recorrentes com alterações no patamar de chuvas impactado pelas grandes transformações dos biomas Brasileiros, convém refletir sobre a adequação de continuar a política de apostar prioritariamente nas hidroelétricas de distintos portes, e considerar um câmbio estratégico para uma maior penetração de fontes alternativas novas, especialmente a fonte solar, que se complementa extraordinariamente bem com a matriz elétrica atual, por fortalecimento da infraestrutura do sistema elétrico existente e por não requer de água (ou pouca água, para ser certo, já que a limpeza dos painéis é parte da manutenção periódica da fonte de energia solar fotovoltaica, para não perder efetividade na geração de eletricidade e no rendimento financeiro das instalações).

Parte da grande atratividade da fonte solar para o Brasil, portanto, encontra-se na complementaridade com a matriz hidráulica, ajeitando-se ao usufruto da infraestrutura existente, que se compõem das turbinas, da subestação e da linha de transmissão, sempre investida para a capacidade máxima de produção de eletricidade, embora somente aproveitada em plena capacidade na estação chuvosa e mesmo aí só nos anos de muita chuva contínua. A ociosidade da capacidade das subestações e linhas de transmissão é uma consequência natural das oscilações das chuvas, da sazonalidade e aflúncias do parque hidráulico e, no decorrer de um ano, varia muito na totalidade do parque instalado e de uma usina a outra. A ociosidade de uma usina hidráulica pode ser maior de 50% ou de somente 10% ao longo

de uma década, dependendo da sua localização e condições geográficas e geofísicas. Na soma, porém, estamos falando de um potencial de colocação de painéis solares ao lado das instalações hidráulicas de muitos GW em potência para aumentar a eficiência e a própria rentabilidade do sistema hidroelétrico nacional. Colocando painéis fotovoltaicos no espaço adjunto aos reservatórios das usinas para maximizar o uso das instalações existentes aumentará significativamente a rentabilidade dessas usinas e economizará ao país a construção de nova infraestrutura de geração, transmissão e transformação (subestação) elétrica de grandes dimensões e com altos requerimentos em investimentos. Cabe ressaltar que as hidroelétricas podem, em dias de muito sol, servir como bateria estratégica, reduzindo a atividade de suas turbinas e possibilitando um escoamento mais constante da eletricidade, e também do fluxo das águas ao longo do ano, um benefício adicional muito bem-vindo, amenizando e equilibrando a vida na beira dos rios em benefício dos seus habitantes ribeirinhos e da própria fauna e flora aquática.

Vale a consideração que esta complementaridade útil também se encontra na cercania da infraestrutura dos parques eólicos, sobretudo quando estes foram instalados sobre terreno rochoso e no interior, onde costuma ventar mais durante a noite que no dia. Também aqui o retorno de investimento das usinas eólicas aumentará de forma significativa com apoio do solar fotovoltaico.

No diagrama de cima, pode se ver que a diferença na carga de demanda entre o mês de maior consumo (Fevereiro) e do menor (Agosto) em 2014 foi de 13,5 GW médios. Ora, se este delta em capacidade for inteiramente complementado pela fonte solar fotovoltaica, usando um módulo com eficiência de 15%, gerar-se-iam 23,77 TWh ou 5,13% do consumo elétrico do Brasil em 2013! Ou seja, exatamente os 5-pontos de diferença observada incidindo como déficit estrutural na matriz elétrica nacional, conforme analise mais detalhada também na figura que segue.

Impacto capacidade Solar fotovoltaica Brasil de 13,5 GWP				
Capacidade de potencia a ser instalada	13,542 GWP			
Radiação solar anual Brasil	1.985	kWh/ano/m <sup>2</sup>	Promédio do país, Atlas Solar ANEEL	
	15%	Eficiência da placa solar		
	90%	Grau de Eficiência da Placa (sobre 25 anos de durabilidade média)		
Rendimento da placa solar por m <sup>2</sup>	0,73	kWh/dia/m <sup>2</sup>		
Superfície requerida para colocar placas solares (100%)	88.686.824 m <sup>2</sup>	88,7 Km <sup>2</sup>	8.869	hectar
Electricidade diária produzida	65.111.922 kWh	0,065 TWh		
Electricidade anual produzida	23.765.851.535 kWh	23,77 TWh	463,7 TWh	Consumo Brasil 2013
			5,13%	

Mas, quem pagará a conta das divisas a serem gastas por trazer 13,5 GW de painéis solares da Europa ou Ásia para o país para ajudar resolver a questão do fator de capacidade? Pois, ninguém devia. Porque o Brasil tem amplias reservas da matéria prima, o minério do Quartzo e o explora em grandes proporções. Ademais, diversas empresas nacionais transformam essa pedra em silício de grau metalúrgico, sobretudo em Minas Gerais, tanto para seu uso nacional como internacional, já que exportamos uma boa parcela da produção. Esse silício de grau metalúrgico é o insumo principal para fabricar o polisilício de grau solar, que num processo químico-industrial leva a extração de metais não condutivos, como ferro, cobre e cobalto, para oferecer um silício com pureza maior de 99,999.999.9% (9N). Esse sim conduz eletricidade! De aí, começa o processo industrial de cortar o silício em cubos (wafer), de fatiá-lo e fabricar as células, e assemblar os módulos. Na realidade, trata-se de um processo bastante complexo, de grande valor agregado, requerendo de maquinaria de alta tecnologia. Trazendo-se esta tecnologia para o Brasil, a história de sucesso da tecnologia nacional hidroelétrica podia repetir-

Thomas Eggers

Representante SCHMID Group Brasil e América Latina

[www.schmid-group.com](http://www.schmid-group.com)

+ 55 21 9.9289-8000

+ 55 21 3642 5066

..... 4

se no solar fotovoltaico, criando uma grande indústria de 100% conteúdo nacional, do quartzo ao módulo, com marcas a se tornarem conhecidas dos construtores, arquitetos, engenheiros civis, operários de construção, eletricitas, donos de edifícios e o Setor Elétrico em geral. Cabe ressaltar também que as atividades envolvidas com o solar fotovoltaico são uma ótima fonte de trabalho, com dezenas de milhares de empregos formais a serem formados por todo o país.

Na seguinte análise, gostaríamos mostrar que existem nichos, de grande porte, que podem chegar a serem objetos de preferência para a integração solar fotovoltaica na matriz elétrica, em todos os municípios e aglomerações habitacionais do país. Conforme lei aprovada, 75% dos royalties do petróleo pré-sal se destinam à educação pública e também 50% do rendimento do Fundo Social será orientado a educação. Com o barril de petróleo aos US\$ 100, os royalties podem chegar a valores anuais maiores a US\$ 25 bilhões, o que permitirá melhorar a qualidade do ensino, pelo aumento do uso da tecnologia digital, e pela melhora do ambiente da sala de aula, com ar condicionado nas partes quentes do país, e calefação nas partes frias do Sul e das montanhas, o que irá inclusive diminuir o fator de absentismo, efeito colateral bem-vindo. Com essas melhoras vai aumentar consideravelmente o consumo de eletricidade na escola, por até 85%. Isto pode levar a investimentos expressivos em tetos solares nas escolas, apoiando-se sobre programas municipais, estaduais e federais dedicados. Ademais de contribuir com eletricidade para as escolas, vai estabelecer muitos milhares de empregos espalhados por todo o país especificamente no contexto destes programas.

Um fator especialmente interessante, conforme mostrado na figura em baixo, é que se precisariam somente cinco GW de instalações solar fotovoltaicas contra seis GW no aumento da matriz centralizada para realizar a autossuficiência em eletricidade de todas as escolas públicas do país, contribuindo desta forma de maneira importante na modicidade tarifária.

### Contribuição de Solar Fotovoltaica para o Ensino Público (exemplo de nicho)

Melhora da Eficiência e aproveitamento dos Investimentos de Infraestrutura no Setor Elétrico Brasileiro

75% dos royalties do petróleo pré-sal se destinam à educação pública



Este exemplo mostra que o solar fotovoltaico pode jogar um papel importante no desenvolvimento do país, dentro de um processo estratégico e estruturado, orientado a necessidades específicas.

Na seguinte tabela se mostra o impacto global dos três mercados estratégicos desenvolvidos neste artigo os quais haveriam atingido praticamente 12,1% do consumo nacional em 2013 no caso teórico de já existirem.

Fator	Medidas	GWp capacidade e TWh contribuído com módulo solar de 15% de eficiência	Observação	Horizonte de implementação
Hora Pico e forte aumento consumo verão (sazonalidade)	Colocação de painéis FV nos municípios, valorizando o m <sup>2</sup> nos edifícios com grande consumo local	13,5 GWp gerando 23,77 TWh, ou seja, 5,13% do consumo nacional em 2013	Tarificação diferenciada para incentivar auto abastecimento, sobretudo grandes consumidores	Até 10 anos
Complementaridade da geração centralizada hidráulica (Mini, PCH e usinas grandes) e eólica	Co-colocação nas usinas, para reforçar uso das subestações e redes de transmissão existentes	Com o parque gerador centralizado no país de 90GW, consideramos um potencial de co-colocação de 15%, ou seja 13,5 GWp e 23,77 TWh	Aumento da rentabilidade de cada usina de forma substancial e diminuição de perdas por menor oscilação da potência	Até 10 anos
Programas específicos liderados pelo governo, exemplo de escolas públicas	Realizar um plano de renovação do sistema elétrico das escolas com enfoque no solar fotovoltaico para geração elétrica local	5 GWp e 8,77 TWh, ou seja, 1,89% do consumo nacional 2013	A introdução solar fotovoltaica pode ser feita no âmbito de um programa de renovação da estrutura e edifícios escolares de entre 300 MW até 600 MW anuais	Programa oficial sobre 10 a 20 anos

O solar fotovoltaico é de grande eficácia em todos os setores onde o consumo de energia predomina durante o dia, como, por exemplo, na administração pública; na administração de empresas privadas; no abastecimento de eletricidade para o turno diurno de fábricas industriais; para bombear água dos aquíferos, na irrigação e o abastecimento das cidades; para a secagem da soja nas fazendas. Todos estes campos de atividade indicam que a energia do sol tem todo o potencial de tornar-se num grande motor de desenvolvimento da economia brasileira. Com um mercado grande e o conhecimento sobre o solar fotovoltaico aumentando rapidamente, reduzindo seu custo de implementação pelo paulatino aumento do fator de escala, é fatível contar com uma participação na matriz elétrica nacional superior a 12% em 2035, ou seja, maior a 100 TWh/ano.

Rio de Janeiro, 17 de Setembro 2014