



WWF

ESTUDO

BR

2016

Potencial da Energia Solar Fotovoltaica de Brasília



WWF-Brasil

Programa Mudanças Climáticas e Energia

André Costa Nahur – coordenador
Mark William Lutes – especialista de clima
Alessandra da Mota Mathyas – analista de conservação
Eduardo Valente Canina – analista de conservação
Ricardo Junqueira Fujii – analista de conservação
Renata Camargo – analista de conservação
Bruna Mello de Cenço – analista de comunicação
Evelin Karine Amorim Morais – administrativo-financeiro
Lídia Maria Ferreira Rodrigues – administrativo-financeiro

Coordenação do estudo/texto

Alessandra da Mota Mathyas
Prof. Dr. Rafael Amaral Shayani – Universidade de Brasília - UnB

Alunos da UnB voluntários na medição de telhados

Artur Schutte
Bruno Carvalho Faria dos Santos
Diego Gonçalves Duarte
Diogo de Oliveira Alves
Felipe Tomé de Sousa Diniz
Guilherme da Silva Cavalheiro
Jéssica Guimarães Lopes
Lara Raquel de Jesus Rodrigues Silva
Letícia Dias Ataíde
Marcio Rodrigues
Mário Roberto Mendes
Matheus Filipe
Pedro Henrique Beghelli
Renata de Azevedo Allemand Lopes
Renata Gonçalves Vieira
Victor Miguel

Apoio

Mário Barroso – WWF
Alessandra Manzur – Programa de Ciências - WWF
Dr. Rodrigo Lopes Sawaia – ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica)
Prof. Dr. Jorge Andrés Cormane Angarita – Universidade de Brasília - UnB

Foto da capa

Elvio Gasparoto

Revisão

Carmen da Gama

Editoração eletrônica

Supernova Design

Publicado por WWF-Brasil

Brasília, novembro 2016

Potencial da Energia Solar Fotovoltaica de Brasília

1ª edição

Brasília

2016



0,41%

É A ÁREA DO DISTRITO FEDERAL NECESSÁRIA PARA GERAR TODA A ELETRICIDADE DA REGIÃO COM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.



5,8 kWh/M²

É O RECURSO SOLAR MÉDIO ANUAL NO DISTRITO FEDERAL, UM DOS MELHORES DO PAÍS.



BRASÍLIA

ESTÁ NO CENTRO DO PAÍS E SUAS CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS E POLÍTICAS PODEM IMPULSIONAR A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AS DEMAIS REGIÕES.



RN687/2015 ANEEL

A PARTIR DESTA RESOLUÇÃO NORMATIVA, CADA CIDADÃO PASSA A TER MUITAS POSSIBILIDADES PARA PRODUZIR A SUA PRÓPRIA ELETRICIDADE, ATRAVÉS DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
CONTEXTO ATUAL	8
POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE, A PARTIR DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA, MEDIDO EM ALGUMAS REGIÕES DO DISTRITO FEDERAL	10
PROPOSTAS PARA APROVEITAR O RECURSO SOLAR FOTOVOLTAICO	18
CUSTOS MÉDIOS DE INVESTIMENTO E TEMPO DE RETORNO FINANCEIRO	24
CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS	31

Foto: Smartly Energia Sustentável
Residência no Lago Norte. O sistema é de 2,94 kW e é possível monitorar a geração de eletricidade solar com acesso por computador e smartphone.

APRESENTAÇÃO

Brasília está situada no coração do país, no Cerrado, atualmente um dos biomas mais devastados e ameaçados. Ao mesmo tempo, as ações realizadas no Distrito Federal que impulsionam a qualidade de vida, a preservação ambiental e o desenvolvimento econômico tornam-se referência. Afinal, por ter uma área territorial bem menor que os demais estados brasileiros, os desafios geográficos são superados. E, pelo fato de ser o centro de poder político e decisório do país, ações concretas ganham visibilidade imediata. Soma-se a isso a intenção do Governo Distrital de contribuir com uma política ambiciosa de combate às mudanças climáticas, o que obrigatoriamente passa pela gestão da energia elétrica.

Praticamente toda a eletricidade consumida em Brasília não é gerada no Distrito Federal. A garantia de um fornecimento seguro de eletricidade é componente fundamental para o planejamento econômico regional. Nesse contexto, criar as condições necessárias para que a geração descentralizada de energia possa ser disseminada no Distrito Federal tornará a região mais autônoma, resiliente às mudanças climáticas e contribuirá para a geração de empregos locais e de qualidade. No âmbito da energia solar fotovoltaica, sua aplicação na capital do país soa até como uma vocação natural, dada a elevada irradiação naturalmente disponível.

A região central do Brasil é beneficiada quanto aos índices de irradiação solar. Estima-se que o recurso solar para o Centro-Oeste é equivalente ao encontrado nas regiões Nordeste e Sudeste, sendo que uma das melhores irradiações do Centro-Oeste e do Brasil se encontra no Distrito Federal.

Paradoxalmente, a região, que é caracterizada por um período seco de quase seis meses por ano, recebe energia elétrica majoritariamente de hidrelétricas que estão bem distantes do DF: cerca de 80% vem da Usina Hidrelétrica de Furnas e 20% da Usina de Itaipu. Para ambas, já se projeta uma anomalia de vazão entre -10% e -50% abaixo da linha de cota [1], o que evidencia um risco energético futuro se não houver uma diversificação na matriz elétrica brasileira. Soma-se a isso o fato de o Brasil, internacionalmente, ter se comprometido voluntariamente a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa para colaborar com as metas internacionais de clima. Uma das formas de alcançar isso é ampliando a oferta de energia por fontes renováveis não hídricas.



A solução tradicionalmente adotada pelo país, de crescimento hidrelétrico com complementação termelétrica, não mais atende às necessidades do Século XXI. Novas soluções são necessárias, com base em inovações e tecnologia, para que tanto a sociedade quanto o meio ambiente ganhem.

Assim, esta publicação apresenta o potencial de geração de eletricidade solar fotovoltaica a partir da medição dos telhados em algumas regiões do Distrito Federal, e traz sugestões de modelos para o aproveitamento solar fotovoltaico, seja em residências individuais, em condomínios verticais e horizontais ou em prédios públicos. Considera ainda os custos médios e o tempo de retorno financeiro desses investimentos. Comenta os avanços e os desafios regulatórios e financeiros para que a fonte se torne cada vez mais relevante na diversificação da matriz elétrica nacional, promovendo, inclusive, uma mudança de paradigma ao permitir que cada cidadão, empresa ou cooperativa possa ser o produtor da sua própria eletricidade.

Acreditamos que, com essa contribuição, realizada numa parceria firmada entre a Universidade de Brasília e o Programa de Mudanças Climáticas e Energia do WWF-Brasil, e contando com o apoio institucional da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, os empreendedores da região interessados nesta nova e promissora tecnologia sintam-se motivados a tornar-se pioneiros em uma nova cadeia produtiva regional, que irá demandar mão-de-obra qualificada, fornecedores de equipamentos e de projetos de engenharia e gerar uma sociedade cada vez mais sustentável.

Condomínio Garvey
Park Hotel – Asa Norte.
Instalados 99 módulos
fotovoltaicos e um
inversor trifásico neste
sistema de 31,2 kW. De
acordo com o projeto,
haverá uma economia de
mais de R\$2.500,00 por
mês, para o condomínio.



© Smartly Energia Sustentável

1) CONTEXTO ATUAL

Atualmente, a matriz elétrica brasileira tem como principal fonte as usinas hidrelétricas, as quais foram responsáveis, em 2015, por 61,87% da geração de eletricidade no país [2]. Devido a essa dependência hídrica, o Brasil tem enfrentado diversos desafios, nos últimos anos, em sua matriz energética, em função dos impactos causados pelas mudanças climáticas, que reduziram diretamente a disponibilidade dos recursos hídricos. A previsão é de aumento dos eventos de cheias e inundações na região Sul e de eventos de seca nas regiões Norte-Nordeste.

Por causa dessa carência hídrica nas regiões Norte e Nordeste, o ciclo de geração hidroelétrica torna-se suscetível a flutuações do clima [3]. É razoável esperar que o potencial hidrelétrico poderá não ser mais capaz de atender à demanda futura, além da vulnerabilidade, por causa da queima dos impactos climáticos sobre os recursos hídricos do Brasil. Tais mudanças, não incorporadas no planejamento elétrico de anos anteriores, poderão resultar em aumento de tarifas, escassez e apagões, implicando, conseqüentemente, em crise energética.

Outro fator preocupante é a intensa utilização, nos últimos três anos, das usinas termelétricas fósseis (UTES) para suprir a energia necessária ao crescimento do país. Elas foram responsáveis, em 2015, por 25,97% de toda a eletricidade produzida [2], devido ao baixo nível dos reservatórios das hidrelétricas. Em consequência, verifica-se o aumento das emissões de poluentes provenientes das termelétricas, devido à queima dos combustíveis fósseis. Além do custo adicional às tarifas, houve a emissão de cerca de 70 bilhões de toneladas de CO₂ [4].

Em paralelo, tem-se que a projeção da demanda de energia elaborada pela Empresa de Pesquisa Energética, apontada até 2050, poderá aumentar em uma taxa de até 3,2% ao ano, com destaque para o avanço do gás natural e derivados de petróleo. Especificamente sobre geração de eletricidade, é esperada redução gradativa da participação de hidrelétricas, tendo em vista o aumento esperado de participação das termelétricas [5].



milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo)

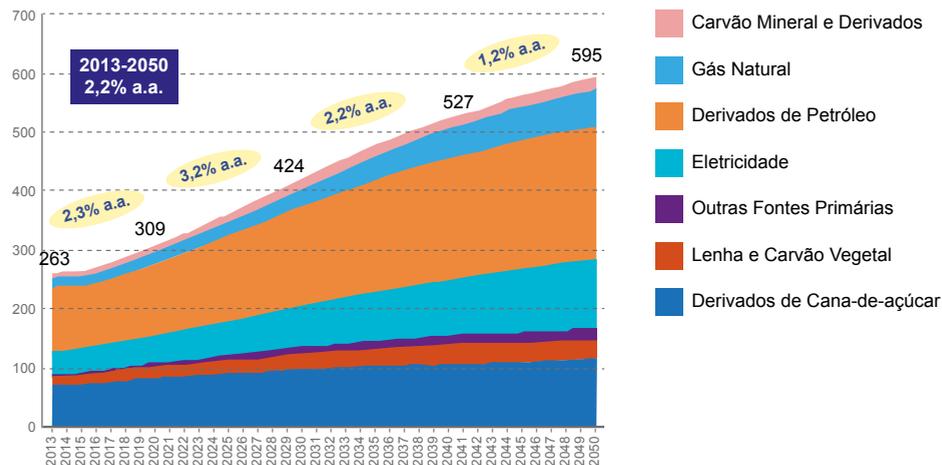


Figura 1: Evolução da demanda total de energia por fonte até 2050 [5].

Em consonância com a necessidade da diversificação de fontes e entendendo que a micro e minigeração de energia poderá se tornar um vetor para desenvolvimento regional, a Agência Nacional de Energia Elétrica vem, desde 2012, aprimorando as regras para a autoprodução de eletricidade, com destaque para a utilização da energia solar fotovoltaica.

As Resoluções Normativas 482/2012 e 687/2015 da ANEEL [6-7], passaram a permitir a instalação de geração distribuída de pequeno porte em residências, comércios e indústrias, incluindo a microgeração, com até 75 kW de potência, e a minigeração, de 75 kW a 5 MW. A norma instaura o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, que permite ao consumidor instalar pequenos geradores em sua unidade e trocar energia com a distribuidora local, podendo compensar essa energia gerada na própria unidade consumidora por até cinco anos, ou usar esses créditos para compensar em outra unidade consumidora de mesma titularidade. A RN 687/15 ampliou ainda essa modalidade para consórcios e cooperativas criadas com a finalidade de produção de energia, permitindo que a energia gerada possa ser compensada por todos os que integram o consórcio ou cooperativa, como condomínios, empresas com filiais e outras opções.

2. POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE A PARTIR DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA, MEDIDO EM ALGUMAS REGIÕES DO DISTRITO FEDERAL

A Capital Federal possui diversas razões para ser a impulsionadora da energia solar fotovoltaica no país. Brasília está no coração do Brasil, é o centro político, foi construída sob o signo da modernidade, à frente do seu tempo, e foi cenário de diversos momentos históricos, tornando-se assim o palco propício para ser exemplo de inovações.

Sua localização e características climáticas

facilitam a aplicação da tecnologia solar fotovoltaica, maximizando a geração, permitindo uma maior geração de energia pelo sistema. Isso já é uma vantagem competitiva considerável. A irradiação global horizontal brasileira varia de 4,25 a 6,5 kWh/m². A irradiação mínima do Brasil é superior ao valor máximo registrado em países que fizeram grandes investimentos em energia solar fotovoltaica, tais como Alemanha, França, Reino Unido, Japão e Coreia do Sul. Considerando o plano inclinado, onde é possível obter o aproveitamento máximo, o Distrito Federal possui uma média anual de 5,8 kWh/m², acima da média nacional [8].

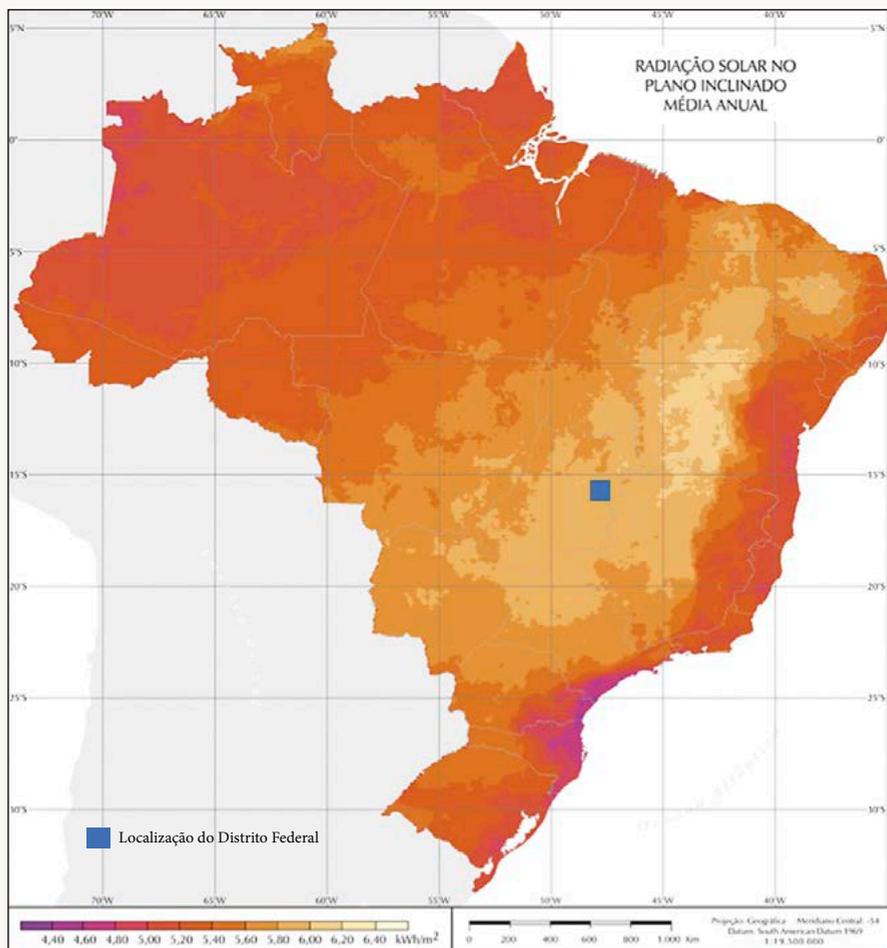
Com o processo de inserção da energia solar fotovoltaica em Brasília, um novo mercado pode vir a se consolidar na região, abrindo portas para que novas empresas se estabeleçam, preenchendo lacunas na economia brasiliense e gerando novos empregos. A Capital Federal é também um relevante estudo de caso, uma vez que possui regiões com muitas casas, condomínios horizontais e verticais, muitos prédios públicos, área rural, áreas públicas de lazer, concentração urbana, área para expansão industrial, o que proporciona diversas aplicações e possibilidades de arranjos comerciais. Isso poderá facilitar a realização de investimentos futuros em grande escala no país.



Figura 2: Atlas solarimétrico brasileiro, indicando que Brasília encontra-se em região de elevada irradiação.

Fonte: Atlas brasileiro de energia solar / Enio Bueno Pereira; Fernando Ramos Martins; Samuel Luna de Abreu e Ricardo Rütther. – São José dos Campos: INPE, 2006.

Além disso, há o Programa Brasília Solar, fruto do Grupo de Trabalho Brasília Solar, liderado pela Secretaria de Meio Ambiente do Distrito Federal. Este programa tem como objetivo geral estabelecer incentivos ao desenvolvimento tecnológico, ao uso e à instalação de sistemas de conversão e/ou aproveitamento de energia solar no DF, o que contribuirá para tornar Brasília sustentável e resiliente ao clima. O programa conta com a adesão de órgãos de governo, como Secretarias de Estado e Coligadas, Empresas do Setor Privado e Institutos relacionados à cadeia de energia solar fotovoltaica, Organizações da Sociedade Civil, Redes da Sociedade Civil e Universidades [9].



2.1. CONSUMO DE ELETRICIDADE DO DISTRITO FEDERAL

O consumo de eletricidade do Distrito Federal, atendido pela Companhia Energética de Brasília (CEB) é apresentado na Tabela 1. Nota-se que 37% do consumo é residencial, 34% é comercial e, do restante, há destaque para o Poder Público, com 10%.

Tabela 1 – Consumo energético do Distrito Federal em 2015

Tipo de unidade consumidora	Número de unidades consumidoras	Consumo anual [GWh]
Residencial	885.228	2.275
Comercial	108.646	2.074
Industrial	1.687	191
Rural	10.223	148
Poder público	5.859	635
Iluminação pública	19	431
Serviço público	313	329
Próprio (CEB)	49	2
TOTAL	1.012.024	6.085

Fonte: CEB Relatório da Administração 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal em 20 de abril de 2016.

2.2. ELETRICIDADE SOLAR FOTOVOLTAICA PRODUZIDA POR METRO QUADRADO

A variedade das tecnologias e eficiências de módulos fotovoltaicos é grande. Apesar disso, a maioria dos casos de geração distribuída adota módulos fotovoltaicos de silício policristalino, com eficiência medida em condições padrão de cerca de 16%. Considerando-se os parâmetros elétricos em temperatura de operação (NOCT) e o fato de que as temperaturas médias de operação no Brasil são, em geral, maiores, obtém-se um valor aproximado de 14,5% de eficiência para um módulo fotovoltaico novo. Analisando os inversores tipicamente oferecidos e suas especificações, adotamos como valor conservador 95% de eficiência. Para a instalação elétrica, considerando um sistema bem dimensionado e as poucas distâncias envolvidas, adotamos também 95% de eficiência. Com isso, temos 13% de rendimento inicial do sistema. Considerando a perda de



O DISTRITO FEDERAL POSSUI ÁREA TERRITORIAL DE 5.780 KM², MAS SÃO NECESSÁRIOS APENAS 24 KM² DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS PARA GERAR TODA A ELETRICIDADE DEMANDADA.

eficiência no decorrer do tempo em cerca de 15% ao fim da vida útil, teremos um rendimento final de aproximadamente 11%. Assim, para este estudo, adotamos para a energia solar fotovoltaica, como um todo, 12% de eficiência média em toda a vida útil do sistema. Essas premissas são conservadoras, visto que já existem módulos fotovoltaicos de maior eficiência no mercado. Logo, os expressivos resultados apresentados a seguir tendem a melhorar ainda mais com a utilização de módulos mais modernos.

Considerando um sistema solar fotovoltaico com rendimento total estimado em 12% e a irradiação solar diária (valor médio anual) de 5,8 kWh/m² dia, cada metro quadrado de módulos fotovoltaicos instalados em Brasília é capaz de gerar 696 Wh/dia, o que corresponde a 254,04 kWh/ano.

2.3. POTENCIAL SOLAR DE BRASÍLIA EM NÚMEROS

O Distrito Federal possui área territorial de 5.780 km², mas seriam necessários apenas 24 km² de módulos fotovoltaicos para gerar toda a eletricidade demandada pela região. Ou seja, basta aproveitar 0,41% da área territorial do Distrito Federal para gerar o equivalente a todo o consumo da Capital Federal com energia limpa e renovável.

A utilização da energia solar fotovoltaica na forma de geração distribuída permite instalar os módulos fotovoltaicos nos telhados das edificações já existentes. Essa possibilidade de uso descentralizado da energia solar é a forma mais moderna para garantir o crescimento energético em harmonia com o meio ambiente, gerando eletricidade próxima ao ponto de consumo, sem a necessidade de ocupação de terras específicas para este fim, evitando a construção de novas linhas de transmissão e reduzindo as perdas no sistema elétrico.

O estudo do potencial da energia solar fotovoltaica de Brasília foi feito a partir do mapeamento da área dos telhados de algumas regiões administrativas (RAs) do Distrito Federal. O software Google Earth foi utilizado e, a partir das marcações nos telhados, realizadas por alunos voluntários da Faculdade de Tecnologia e Faculdade do Gama da Universidade de Brasília, a área foi contabilizada.

O Distrito Federal é dividido em regiões administrativas, apresentadas na Tabela 2. As regiões selecionadas para o estudo foram: Brasília (Plano Piloto), Cruzeiro, Lago Norte, o Lago Sul e o Park Way, por estarem entre as regiões com maior renda *per capita*

e, conseqüentemente, com maiores possibilidades de investimento em energia solar fotovoltaica. As regiões mapeadas correspondem às residências de 12% da população. O Plano Piloto e Cruzeiro apresentam elevada quantidade de apartamentos, enquanto o Lago Norte, Lago Sul e Park Way são constituídos principalmente de casas, permitindo assim estimar o potencial para diferentes tipos de moradias.

Tabela 2 – População, quantidade de apartamentos e de casas por região administrativa do Distrito Federal

Região Administrativa	População	Quantidade de apartamentos	Quantidade de casas
Brasília	216.307	61.528	7.977
Brazlândia	50.490	495	14.223
Candangolândia	17.560	370	4.090
Ceilândia	454.335	3.195	122.960
Cruzeiro	31.836	7.455	2.331
Fercal	8.180	10	2.195
Gama	134.547	6.579	31.605
Guará	119.340	18.360	18.450
Itapoã	59.772	147	15.291
Jardim Botânico	25.335	90	7.380
Lago Norte	34.300	2.240	8.100
Lago Sul	31.472	48	8.720
Núcleo Bandeirante	24.315	3.885	3.195
Paranoá	46.256	952	11.144
Park Way	19.476	72	5.220
Planaltina	185.591	1.507	48.301
Recanto das Emas	138.072	264	35.816
Riacho Fundo	37.158	2.728	8.008
Riacho Fundo II	40.060	240	10.540
Samambaia	229.500	6.750	56.250
Santa Maria	122.304	1.617	31.605
SCIA	35.520		7.760
SIA	1.851	78	390
Sobradinho	63.050	3.975	13.625
Sobradinho II	98.700	1.530	24.990
Sudoeste/Octogonal	53.250	16.900	
São Sebastião	98.120	660	25.355
Taguatinga	210.966	20.370	44.394
Varjão	10.116	252	1.878
Vicente Pires	72.336	1.012	18.062
Águas Claras	118.567	26.513	11.005
TOTAL	2.788.682	189.822	600.860

Fonte: CODEPLAN - Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílio 2013

SE 50% DOS TELHADOS ESTIVEREM DISPONÍVEIS, É POSSÍVEL QUE AS RESIDÊNCIAS MAPEADAS, QUE CORRESPONDEM A 12% DA POPULAÇÃO, POSSAM GERAR 100% DA ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL DE TODO O DISTRITO FEDERAL.

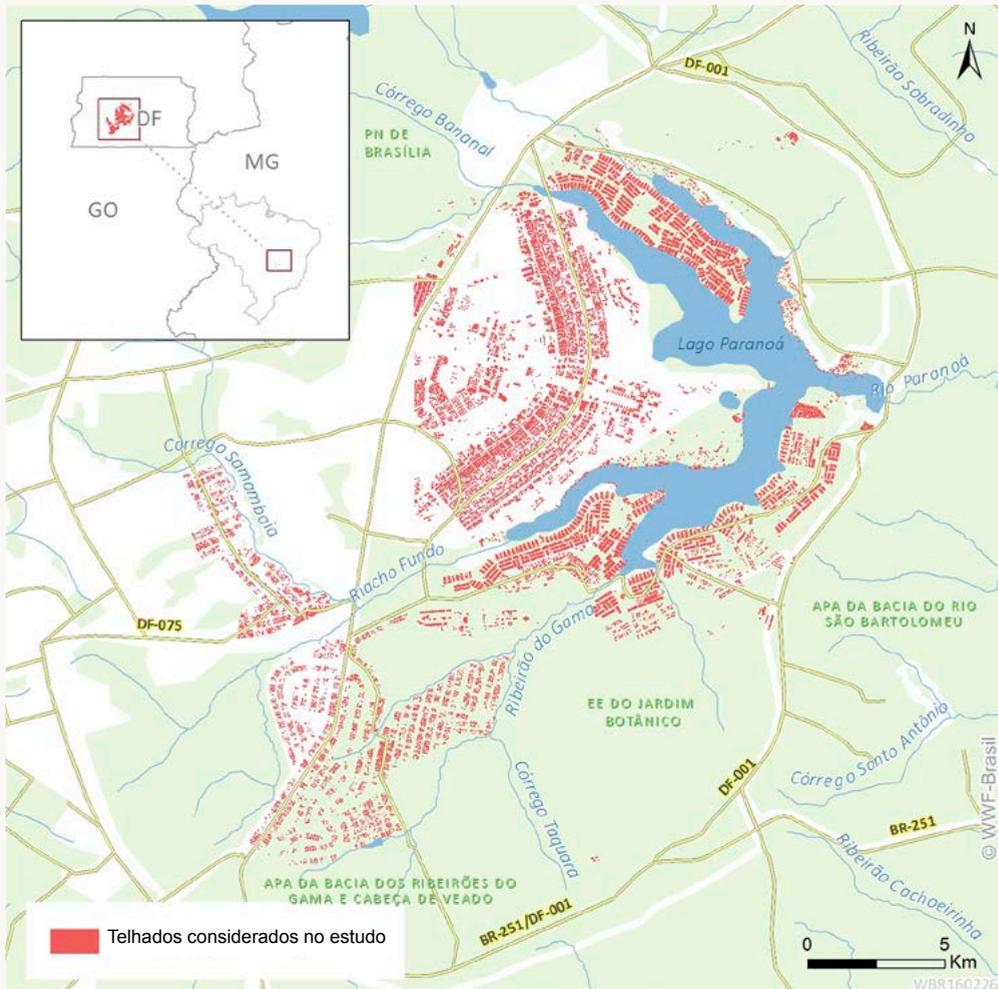


Figura 3: Regiões Administrativas com telhados mapeados no Distrito Federal.

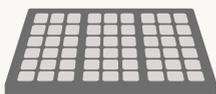
Fonte: WWF-Brasil, 2016

A medição dos telhados é apresentada na Tabela 3, onde foram considerados todos os telhados disponíveis, não apenas das residências principais, mas também de anexos e construções auxiliares.

Tabela 3 – Resultado das medições dos telhados em cinco Regiões Administrativas do Distrito Federal

	Quantidade de telhados medidos	Área (m ²)
Plano Piloto	5.963	7.473.610
Cruzeiro	722	613.490
Lago Norte	6.408	2.653.490
Lago Sul	9.574	4.504.750
Park Way	7.118	2.474.901
TOTAL	29.785	17.720.241

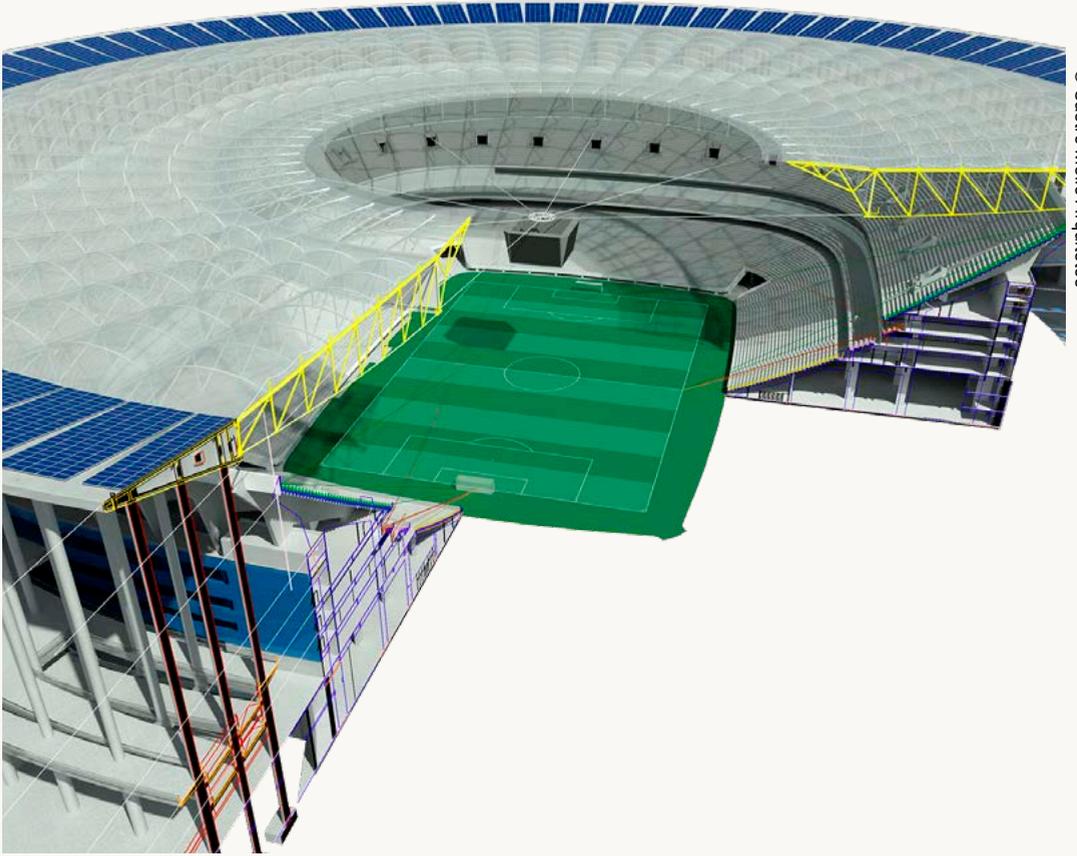
A área total necessária para gerar toda a energia elétrica demandada no DF é de 24 km². Somente os telhados das Regiões Administrativas medidas correspondem a 17,7 km². Logo, pode-se gerar 73% de toda a energia elétrica da região, apenas utilizando os telhados das residências mapeadas.



COM A UTILIZAÇÃO DE APENAS 30% DA ÁREA DOS TELHADOS MAPEADOS, É POSSÍVEL QUE CADA UM GERE ENERGIA PARA 10 RESIDÊNCIAS.

É sensato, entretanto, considerar que os telhados não estarão integralmente disponíveis para instalação de módulos fotovoltaicos. Normalmente há caixa d'água, antenas, torre de elevador, além do posicionamento do telhado que pode não estar alinhado para a posição que maximiza a geração de energia (voltada para o norte). O consumo elétrico residencial do DF é de 2.275 GWh por ano, o que necessita de aproximadamente 9 km² de área coberta com módulos fotovoltaicos. Logo, se 50% dos telhados estiverem disponíveis, é possível que as residências mapeadas, que correspondem à moradia de 12% da população, possam gerar 100% da energia elétrica residencial de todo o Distrito Federal.

***Figura 4:** Projeto do Estádio Nacional Mané Garrincha - Idealizado para a Copa do Mundo do Brasil de 2014, o estádio de Brasília foi concebido como uma EcoArena (Ecológica e Econômica) e um exemplo de como usar o imenso potencial solar do coração do país. O sistema fotovoltaico previsto no projeto buscava ter a maior usina solar do mundo na cobertura de um estádio, e que com ele conquistaria a certificação LEED Platinum (a certificação ecológica mais importante concedida a uma edificação). A ideia, além do benefício ambiental, era de criar autonomia energética e econômica para o estádio, pois geraria mais energia do que demandado durante o ano e serviria de fonte de renda importante (quando não houvesse eventos) para pagar o seu custo de manutenção. Esta usina teria a capacidade para gerar mais de 3 mil MWh/ano, suficiente para o abastecimento de 60 mil casas do DF. O estádio ficou pronto para os jogos, mas a usina solar ficou só no projeto. Há a expectativa de que ela, junto com o projeto do entorno do estádio (importante para gestão de águas pluviais e redução de consumo de água) sejam instalados nos próximos anos.*



© Castro Mello Arquitetos



© Castro Mello Arquitetos

3. PROPOSTAS PARA APROVEITAR O RECURSO SOLAR FOTOVOLTAICO

3.1. RESIDÊNCIAS INDIVIDUAIS

O consumo residencial médio do DF e não poder estimado em 215 kWh/mês. O mapeamento dos telhados no Lago Sul, Lago Norte e Park Way, que possuem predominantemente residências individuais (casas), indica que cada telhado possui, em média, respectivamente 470 m², 414 m² e 347 m².

Tabela 4 – Área média do telhado de locais compostos essencialmente por residências individuais

	Lago Sul	Lago Norte	Park Way
Número de telhados	9.574	6.408	7.118
Área dos telhados	4.504.750 m ²	2.653.490 m ²	2.474.901
Área média de cada telhado	470 m ²	414 m ²	347 m ²

AO CONSIDERAR UM PRÉDIO PADRÃO DAS ASAS NORTE E SUL, COM SEIS ANDARES, OITO APARTAMENTOS POR ANDAR, 1.250 m² DE TELHADO E CONSUMO MÉDIO DE 215 kWh/mês, SÃO NECESSÁRIOS 494 m² DE TELHADO PARA GERAR TODA A ENERGIA DOS APARTAMENTOS, OU SEJA APENAS 40% DO TELHADO.

A Nota Técnica DEA 19/14 do EPE [10] sugere utilizar um fator multiplicador conservador de aproveitamento da área útil de telhados de 30%. Assim, pode-se considerar que a área para instalação de sistemas fotovoltaicos seja, no mínimo, de 141 m² para o Lago Sul, de 124 m² para o Lago Norte e de 104 m² para o Park Way.

Com a utilização de apenas 30% da área dos telhados, é possível que cada um gere energia para 10 residências médias, visto que 215 kWh/mês podem ser obtidos com apenas 10,3 m² de módulos fotovoltaicos.

Uma residência individual com telhado bem projetado, a inclinação correta e voltado para o norte, poderá, por exemplo, ter 200 m² de área disponível para a instalação de módulos fotovoltaicos, gerando 4.176 kWh/mês. Tal empreendimento pode ser executado por meio de um consórcio ou cooperativa de vizinhos, os quais podem ratear os custos de instalação e se beneficiar da compensação de energia pelo modelo de “geração compartilhada”, como veremos adiante.

3.2. CONDOMÍNIOS VERTICAIS E HORIZONTAIS

A Tabela 5 apresenta a medição dos telhados realizados no Plano Piloto e no Cruzeiro, essencialmente formados por edifícios.

Tabela 5 – Área média do telhado de locais compostos essencialmente por edifícios

	Plano Piloto	Cruzeiro
Número de telhados	5.963	722
Área dos telhados	7.473.610	613.490
Área média de cada telhado	1.253 m ²	849 m ²
População	216.307	31.836
Área de telhado por habitante	34 m ²	19,27 m ²

Ao considerar um prédio padrão das Asas Norte e Sul, com seis andares, oito apartamentos por andar, 1.250 m² de telhado e consumo médio de 215 kWh/m², são necessários 494 m² de telhado para gerar toda a energia demandada por apartamento, ou seja apenas 40% do telhado.

Tal empreendimento pode ser viabilizado utilizando-se a configuração de “empreendimento de múltiplas unidades consumidoras”, previsto pela Resolução Normativa 687/2015 da Agência Nacional de Energia Elétrica.

Além dos edifícios (condomínios residenciais verticais), uma característica, nos últimos anos, no Distrito Federal foi a criação de diversos condomínios residenciais horizontais. Em sua maioria, são constituídos por centenas de casas, além de áreas de uso comum que costumam ser bastante utilizadas para lazer, consumindo energia elétrica extra, acima das necessidades individuais dos moradores. Com a RN 687/2015, para este público, a opção de produção própria de energia elétrica mostra-se muito rentável. Primeiro, não é preciso a aprovação unânime de todos os moradores do condomínio para isso. Basta que os interessados criem seu próprio consórcio, ou cooperativa com a finalidade exclusiva de produzir energia. O sistema pode ser projetado individualmente nas casas ou pode-se optar por um sistema coletivo, cujos créditos, em kWh, serão repassados aos

integrantes do consórcio, os quais poderão utiliza-los por até cinco anos, inclusive em outras unidades consumidoras de mesma titularidade, desde que estejam situadas na mesma área de concessão da distribuidora de energia.

PARA SUPRIR A DEMANDA TOTAL DAS ESCOLAS ESTUDADAS, O PERCENTUAL DE ÁREA OCUPADA DE TELHADO PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA VARIA DE 2% A 26%.

3.3) PRÉDIOS PÚBLICOS

A fonte solar fotovoltaica, por ser modular, pode ser usada pelos setores privado e público, em pequenos ou grandes sistemas. Na educação, por exemplo, além da economia com os custos de eletricidade, um sistema solar fotovoltaico é uma ferramenta educativa para professores, estudantes, funcionários e comunidades. Ao incentivar o uso de energia solar fotovoltaica pelo setor público, um governo dá demonstração clara de seu compromisso não só com o meio ambiente, mas com a diversificação da economia, ao permitir que, criando-se demanda, surjam novas empresas de instalação e manutenção, de formação especializada de instaladores e de novas áreas de ensino tecnológico.

Ainda que o Distrito Federal não tenha criado essa demanda, já começam os sinais de que esta é uma aposta duradoura. O Senai de Taguatinga, por exemplo, instalou sistema solar fotovoltaico, com apoio do Fundo Solar do Instituto Ideal e já está qualificando instaladores para o mercado que virá¹. Além disso, já foi criado um curso de instalação e manutenção de módulos fotovoltaicos para alunos do Programa Fábrica Social².

Nesse contexto, a Secretaria de Educação do Distrito Federal busca instalar sistemas que supram integralmente a demanda elétrica de dez escolas. Em novembro de 2015, a UnB e o WWF apresentaram ao GT Brasília Solar um estudo preliminar sobre essa possibilidade em oito escolas. Os resultados mostram que, para suprir a demanda total dessas unidades, o percentual de área ocupada de telhado para instalação do sistema varia de 2% a 26%, conforme apresentado na Tabela 6.

¹ <http://institutoideal.org/ideal-apoia-instalacao-do-primeiro-centro-de-treinamento-em-energia-solar-do-senai-df/>

² A Fábrica Social está instalada na Cidade Estrutural, área carente e onde, por muito tempo, se caracterizou por ser o maior “lixão” ativo da América Latina, localizado a menos de 15 km da Esplanada dos Ministérios. Transformar essa região marginalizada em um polo de educação em energia limpa é muito simbólico.

TABELA 6 – Percentual do telhado de escolas necessário para suprir toda a energia da edificação

Escola	Endereço	Área telhado (m ²)	Consumo médio trimestre (kWh/mês)	Consumo médio diário (kWh/dia)	% do telhado total da escola ocupado com sistema FV	Potência do sistema FV (kW)	Emissões evitadas na vida útil do sistema (tonCO ₂ e)
Centro Educacional Prof. Carlos Ramos Mota	Lago Oeste - Sobradinho - DF	3.561	3.736	125	6%	25	594
Escola Classe Condomínio Arapoanga	EQ 16 CJ I - Planaltina - DF	1.906	3.422	114	10%	23	544
CEF Darcy Ribeiro	Q 31 - Paranoá - DF	1.207	5.707	190	26%	38	907
Escola Classe Natureza	Parque da Cidade - Asa Sul	561	215	7	2%	1,3	34
CEF 01 do Núcleo Bandeirante	Av. do Contorno, NB - DF	2.688	6.826	228	14%	46	1.085
CEM Taguatinga Norte	QNC AE numeros 1, 2 e 3, Taguatinga - DF	4.166	8.040	268	11%	54	1.278
CEM 414	QS 414 AE 1 - Samambaia - DF	3.362	6.842	228	11%	46	1.088
CEF n 01(Escola Classe 22)	St Central, Pca 1, EQ 33/49 - Gama - DF	1.445	2.200	73	8%	15	350
Total		18.895	36.988	1.233	-	247	5.881

É possível, então, que sistemas de maior porte sejam instalados em telhados públicos (por exemplo, ocupando 100% do telhado de uma escola), visando redução de custos de instalação. A energia pode ser compensada em outras escolas por meio da modalidade de autoconsumo remoto, ou seja, os créditos excedentes de um sistema de geração podem ser usados para abater o valor da fatura de energia de outras unidades consumidoras do mesmo titular situadas em outros locais, desde que se localizem na área de atendimento de uma mesma distribuidora.

O investimento para a instalação desses sistemas, com *payback* de sete anos (sem juros), gira em torno de R\$ 1.726.107,00 (considerando-se um custo médio instalado para o sistema solar fotovoltaico de 7000 R\$/kWp*).

*Nos últimos anos, o custo do Wp (watt pico) instalado tem baixado consideravelmente. No entanto, se, em média, para a iniciativa privada, já se encontra a um patamar de 6000 R\$/Kwp, para o setor público ainda se considera 7000 R\$/kWp em função das burocracias próprias do setor estatal.

Modelagem financeira - Fluxo de caixa - todas as escolas					
Ano	Despesas		Receitas	Resultado anual	
	Financiamento CDC fotovoltaico Banco A - SAC (24 meses, 1,79% a.a.)	Financiamento hipotético - SAC (10 anos, Selic atual)	Receita acumulada	Financiamento CDC fotovoltaico Banco A	Financiamento hipotético
1	R\$ 1.131.477	R\$ 398.650	R\$ 194.748	-R\$ 936.729	-R\$ 203.902
2	R\$ 948.897	R\$ 375.785	R\$ 213.307	-R\$ 735.590	-R\$ 162.478
3		R\$ 352.920	R\$ 233.636	R\$ 233.636	-R\$ 119.284
4		R\$ 330.055	R\$ 255.901	R\$ 255.901	-R\$ 74.154
5		R\$ 307.190	R\$ 280.289	R\$ 280.289	-R\$ 26.901
6		R\$ 284.325	R\$ 307.000	R\$ 307.000	R\$ 22.675
7		R\$ 261.460	R\$ 336.257	R\$ 336.257	R\$ 74.797
8		R\$ 238.595	R\$ 368.302	R\$ 368.302	R\$ 129.707
9		R\$ 215.730	R\$ 403.402	R\$ 403.402	R\$ 187.672
10		R\$ 192.865	R\$ 441.846	R\$ 441.846	R\$ 248.981
11			R\$ 483.954	R\$ 483.954	R\$ 483.954
12			R\$ 530.075	R\$ 530.075	R\$ 530.075
13			R\$ 580.591	R\$ 580.591	R\$ 580.591
14			R\$ 635.921	R\$ 635.921	R\$ 635.921
15			R\$ 696.524	R\$ 696.524	R\$ 696.524
16			R\$ 762.903	R\$ 762.903	R\$ 762.903
17			R\$ 835.608	R\$ 835.608	R\$ 835.608
18			R\$ 915.241	R\$ 915.241	R\$ 915.241
19			R\$ 1.002.464	R\$ 1.002.464	R\$ 1.002.464
20			R\$ 1.097.998	R\$ 1.097.998	R\$ 1.097.998
21			R\$ 1.202.638	R\$ 1.202.638	R\$ 1.202.638
22			R\$ 1.317.249	R\$ 1.317.249	R\$ 1.317.249
23			R\$ 1.442.783	R\$ 1.442.783	R\$ 1.442.783
24			R\$ 1.580.280	R\$ 1.580.280	R\$ 1.580.280
25			R\$ 1.730.881	R\$ 1.730.881	R\$ 1.730.881

Modelagem desenvolvida no simulador de alternativas energéticas de baixo carbono para o sistema financeiro, criado pelo WWF-Brasil

Por esta modelagem, observa-se que tanto com um financiamento já existente no mercado (Banco A) quanto por um hipotético, a receita do GDF aumentaria já a partir do 2º e 3º ano da instalação,

COM A GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA SUPRIR 100% DA DEMANDA DAS OITO ESCOLAS ESTUDADAS, SERIA EVITADA A EMISSÃO DE 235 TCO₂/ANO OU 5881 TCO₂ PARA OS 25 ANOS DO SISTEMA .

respectivamente, só pela economia com as contas de luz. Neste caso, a inflação de 9,53% (IPCA) reflete positivamente na receita pela economia da energia. É um investimento que protege o governo da inflação.

O GDF gasta, com as faturas dessas oito escolas por ano, cerca de R\$ 195 mil. Com sistemas solares fotovoltaicos para suprir 100% da demanda de todas elas, num financiamento hipotético, terá uma receita de R\$ 249 mil a partir do 10º ano. No caso de CDC, a receita será, já a partir do 3º ano, de R\$ 233 mil.

Uma outra possibilidade que reduziria os custos seria a opção por um sistema maior, já que todas as escolas estão sob o CNPJ da Secretaria de Educação. Em vez de se fazer oito projetos individuais e arcar com custos de possíveis adaptações de prédios, a Secretaria poderia optar por construir um sistema em uma área maior, como em algum espaço ocioso da própria secretaria. Desta forma, a energia produzida poderia ser aproveitada para compensar o consumo das escolas selecionadas, ou até realizar um rodízio de compensação por unidade consumidora. Deste modo, todas as escolas se beneficiariam da geração de energia limpa solar. Caso o sistema seja instalado em um local de fácil acesso, as escolas poderiam promover, ainda, visitas técnicas e o local poderia ser planejado como um centro de referência em educação ambiental, eficiência energética e energias renováveis.

Com a geração de energia fotovoltaica para suprir 100% da demanda das oito escolas estudadas, seria evitada a emissão de 235 tCO₂/ano ou 5881 tCO₂ (toneladas de CO₂) para os 25 anos de operação do sistema.

Quartel General do Exército – Setor Militar Urbano. O Sistema de 96,6 kW irá gerar uma economia superior a 12.000 kWh/mês. Este é o primeiro sistema híbrido de grande porte do Brasil, integrando o sistema solar fotovoltaico com baterias, gerador e a rede de distribuição.



© Smartly Energia Sustentável

4) CUSTOS MÉDIOS DE INVESTIMENTO E TEMPO DE RETORNO FINANCEIRO

Simulação de um prédio em quadra residencial de Brasília

Num prédio padrão das Asas Norte e Sul, com seis andares, oito apartamentos por andar, 1.250 m² de telhado e consumo médio por apartamento de 215 kWh/mês, são necessários 494 m² de telhado para gerar toda a energia elétrica demandada, ou seja apenas 40% da área do telhado.

Se for instalado um sistema com essa área, ele teria uma potência nominal de 59,28 kWp, com investimento estimado em R\$ 356 mil. Nesse arranjo, cada apartamento teria, para uso na sua unidade consumidora, o equivalente aos 215 kWh/mês, o suficiente para uma família classe média de quatro ou cinco pessoas³.

Com a tarifa média residencial atual de Brasília e um financiamento de 24 meses com juros reais de 10% ao ano, esse sistema se pagaria em pouco mais de seis anos. Nos dois primeiros anos, os moradores pagariam aproximadamente o dobro da conta de eletricidade nas prestações do financiamento, mas depois disso elas teriam toda a sua eletricidade gerada por mais de 20 anos, com baixos custos de manutenção.



Na prática, pela legislação atual, não vale a pena gerar mais energia do que se consome, pois ela não pode ser vendida, então o condomínio teria de estabelecer uma regra de rateio do custo e da economia de energia, pois esta vai ser apropriada em quantidades diferentes, dependendo do consumo de cada apartamento. Devido a este fato, em geral, pode ser mais interessante instalar um sistema fotovoltaico um pouco menor para garantir que a geração de eletricidade não supere o consumo total do prédio. Ou se opte pelo sistema de compensação, como descrito anteriormente.

Simulação para condomínio horizontal

O Distrito Federal tem centenas de condomínios horizontais. Com a RN 687/15, os moradores formam um público importante a se considerar no uso de energia solar fotovoltaica. No GT Brasília

³ Considerando-se um sistema fotovoltaico com 156Wp/m² e custo de 6000 R\$/kWp, tarifa de eletricidade com os impostos de 0,74 R\$/kWh.

Figura 5: Mapeamento solar da Asa Sul.

Fonte: WWF-Brasil, 2016

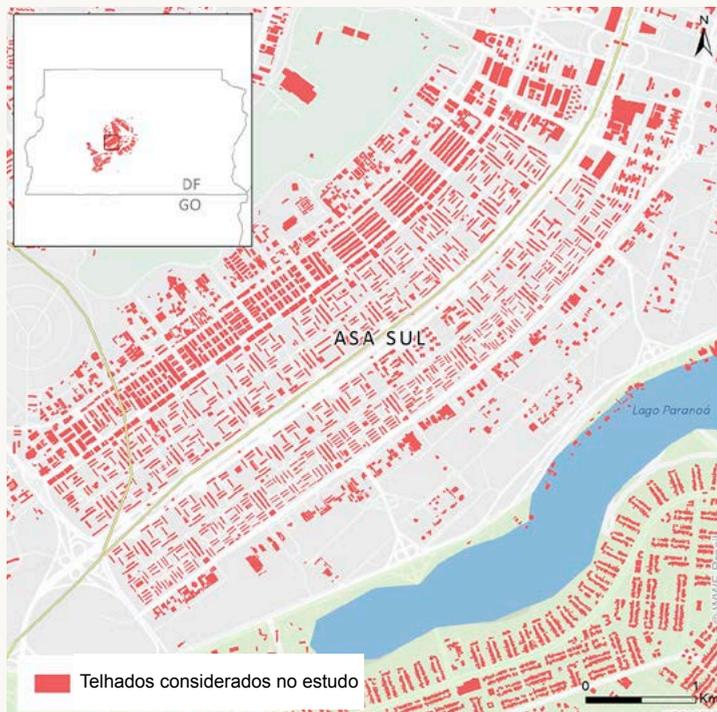
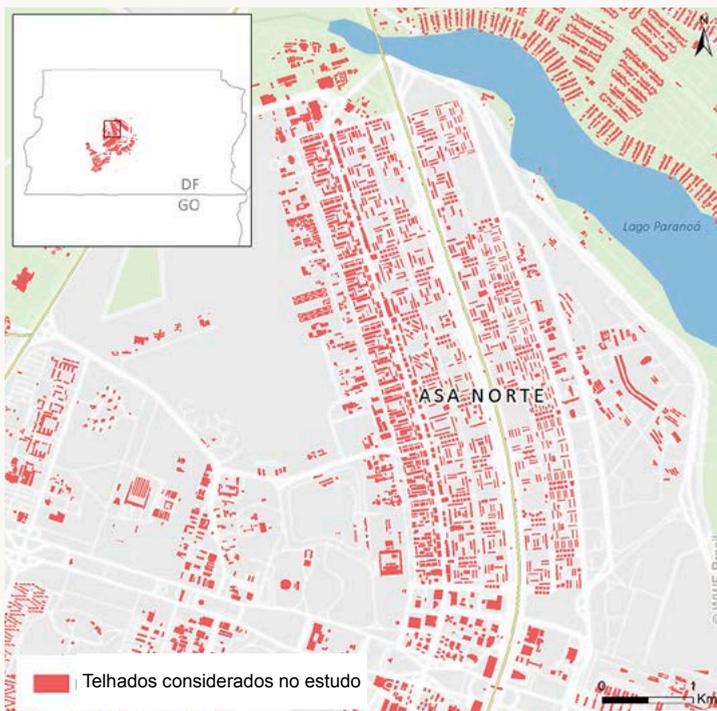


Figura 6: Mapeamento solar da Asa Norte.

Fonte: WWF-Brasil, 2016



Solar, foi apresentado um projeto para um dos condomínios da região do Jardim Botânico. Nele, a empresa proponente estimou um sistema com potência elétrica projetada de 117kWp, o que ocuparia aproximadamente 35% da área dos telhados e supriria 100% da demanda atual.

A partir dessa proposta, e utilizando o Simulador desenvolvido pelo WWF-Brasil, tem-se os seguintes dados econômicos e financeiros:

Consumo total do condomínio:	194 MWh/ano
Tarifa atual da distribuidora:	R\$ 0,74/kWh
Variáveis consideradas no financiamento:	juros nominais de 1,29% ao mês, inflação de 6% ao ano.
Resultados – para suprir 100% da demanda:	área necessária: 750 m ² ;
	instalação de 117 kWp;
	economia anual de R\$ 141 mil;
	investimento de R\$ 700 mil;
Redução de emissões	101 toneladas de CO ₂ equivalente
Se o condomínio optar por um financiamento	VPL: R\$ 2,6 milhões, TIR 24% ao ano, <i>payback</i> simples em 5 anos e meio ⁴

O DISTRITO FEDERAL TEM CENTENAS DE CONDOMÍNIOS HORIZONTAIS. COM A RN 687/15, ESTE É UM PÚBLICO IMPORTANTE A SE CONSIDERAR NO USO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.

O desafio nesse modelo, com um investimento de longo prazo, é o convencimento dos condôminos a participarem de uma cooperativa específica para energia. Porque, ao final do pagamento, o sistema será uma propriedade da cooperativa, que terá cooperados que poderão sair ou contar com a adesão de novos. No entanto, mesmo os que saírem poderão compensar a energia que lhes será destinada em outra unidade consumidora de mesma titularidade do cooperado, num período de até 60 meses, ainda que fora do condomínio, desde que seja na mesma área de abrangência da distribuidora. O mesmo pode ser aplicado nos condomínios de prédios verticais, caso nem todos os condôminos queiram aderir. A RN 687/15 assegura que, enquanto participe do consórcio ou cooperativa, nenhum cooperado irá perder seu direito.

⁴ VPL – Valor Presente Líquido; TIR – Taxa Interna de Retorno. Quanto maiores forem o VPL e a TIR, melhor e mais lucrativo será o projeto.

Figura 7: Mapeamento solar do Lago Sul

Fonte: WWF-Brasil, 2016

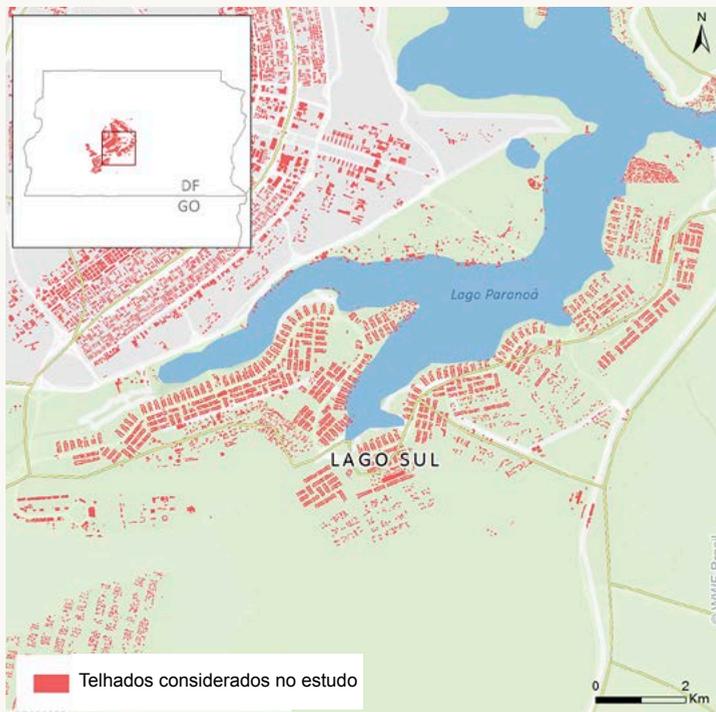


Figura 8: Mapeamento solar do Lago Norte

Fonte: WWF-Brasil, 2016

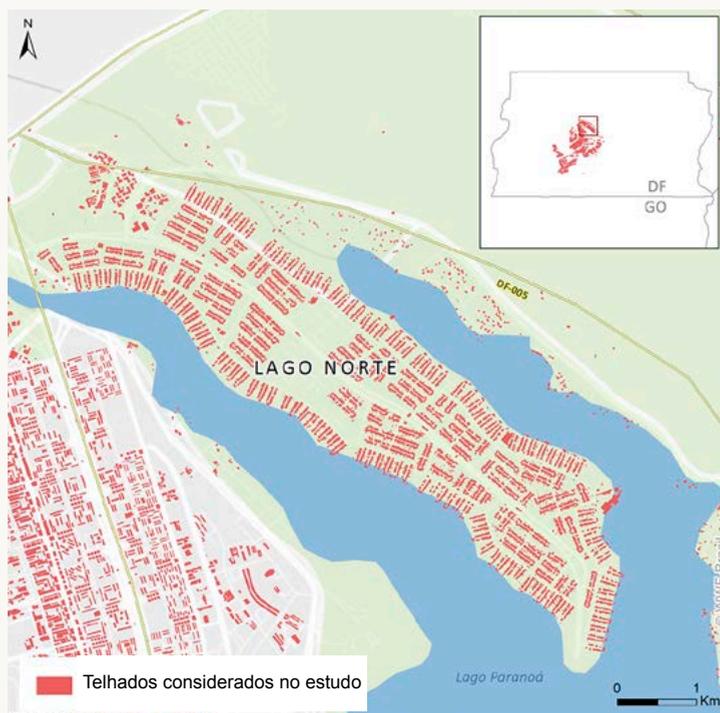
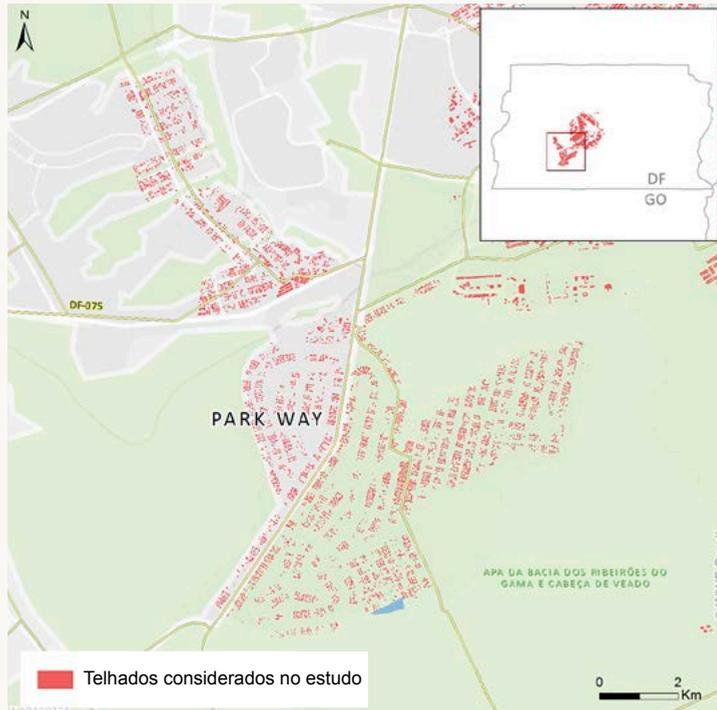


Figura 9: Mapeamento solar do Park Way.

Fonte: WWF-Brasil, 2016



A RN 687/15 DA ANEEL ASSEGURA QUE, ENQUANTO PARTICIPE DE UM CONSÓRCIO OU COOPERATIVA DE GERAÇÃO DE ENERGIA, NENHUM CONSORCIADO OU COOPERADO IRÁ PERDER SEU DIREITO.



© WWF

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No âmbito do GDF, seria possível, ainda, a realização de projetos em áreas públicas, como parques, rodoviárias e os próprios prédios públicos, como postos de saúde, hospitais, UPAs e setor administrativo. Mas o que poderá impulsionar e desenvolver uma nova economia na região são as parcerias público-privadas, já em discussão.

O Distrito Federal, como se vê, tem todas as condições de tornar-se um impulsionador da energia solar fotovoltaica. Os alicerces estão, ainda, no âmbito de projetos. A população local e o país esperam o empreendedorismo de visionários que acreditam nesse potencial para transformar a oferta de energia no coração do país e ainda tornar a capital verdadeiramente sustentável energeticamente.

Os desafios estão na cobrança de impostos e no financiamento, ainda pouco disponível. No caso do primeiro desafio, podem ser definidos incentivos para o fomento, como redução de IPTU para proprietários de imóveis com sistemas de geração distribuída solar fotovoltaica (a exemplo do Programa Palmas Solar, em Palmas, capital do Tocantins). Outra ação importante é a adesão de todos os estados brasileiros ao Convênio 16/2015 do Conselho Nacional de Política Fazendária – Confaz, a que isenta cobrança de ICMS nas ações de compensação de energia. Com a publicação em 20/10/2016 do Decreto N° 37717/ 2016, de criação do Programa de Estímulo ao Uso de Energia Solar Fotovoltaica no Distrito Federal - Programa Brasília Solar, o GDF dá um passo importante e mostra ao país que tem interesse, de fato, de fomentar esta fonte limpa de energia [11].

No âmbito financeiro, os bancos ainda não estão seguros das modalidades de financiamento para as cooperativas energéticas, em virtude das garantias oferecidas. Essa é uma barreira a ser superada e uma possibilidade é que a garantia de pagamento seja o próprio sistema solar fotovoltaico instalado, que pode ter sua geração de energia elétrica controlada remotamente, bem como ser removido do local e instalado em outro ponto consumidor, no caso de inadimplência. Além disso, as cooperativas criadas para a produção de energia podem ter um fundo específico para pagar o valor do financiamento.

Em outra frente, há um grande interesse do sistema financeiro em investir na geração distribuída solar fotovoltaica. Novas linhas de financiamento vêm sendo estudadas para chegar a todos os públicos: pessoas físicas e jurídicas, no campo e na cidade.

Do ponto de vista tecnológico, o avanço é muito significativo. Para fins deste estudo, optamos em manter os padrões adotados no Brasil com relação à eficiência dos módulos fotovoltaicos. Mas já há fabricantes produzindo equipamentos que chegam a uma eficiência de até 24%, quase o dobro do que é praticado como padrão para a maioria dos projetos no país. Assim, acredita-se que o potencial medido para esta publicação, num horizonte de uma década, poderá ser ainda muito maior.

Além disso, no longo prazo, a projeção é de que as tarifas de energia elétrica continuem a aumentar gradualmente, ao passo que o preço da energia solar fotovoltaica continuará a se reduzir ano a ano. A energia descentralizada chega, então, como um investimento sustentável e uma economia real, a médio e longo prazo, além de contribuir para a meta brasileira de redução de emissão de gases de efeito estufa e a redução da necessidade de construção de novas grandes usinas térmicas fósseis e hidrelétricas em regiões sensíveis, como a Amazônia e o Pantanal.

Residência no Lago Sul. O Sistema de 18,36 kW é composto por 72 módulos fotovoltaicos que poderão gerar cerca de 2.500 kWh por mês.



© Smartly Energia Sustentável

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



[1] FCPC - Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura. *Adaptação às mudanças do Clima: Cenário e Alternativas – Recursos Hídricos*. Fortaleza, 2015.

[2] EPE - Empresa de Pesquisa Energética. *Balço Energético Nacional 2016: Ano base 2015*. Rio de Janeiro, 2016.

[3] Presidência da República, Secretaria de Assuntos Estratégicos. *Brasil 2040 Resumo Executivo*. Brasília, 2015.

[4] MIRANDA, Mariana Mais, *Fator de Emissão de Gases de Efeito Estufa na Geração de Energia Elétrica no Brasil: Implicações da Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida*, Dissertação de Mestrado. USP, Engenharia Ambiental de São Carlos, 2012.

[5] MME - Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética (EPE). *Demanda de Energia 2050*. p. 167. Rio de Janeiro: MME, EPE, Janeiro de 2016. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>. Acesso em: 05 de agosto de 2016

[6] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012.

[7] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 687, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2015.

[8] SAUAIA, Rodrigo Lopes. *Proposta para a Energia Solar Fotovoltaica no GDF*. ABSOLAR. Novembro, 2015.

[9] SEMA - Secretaria do Meio Ambiente, GT Brasília Solar. Programa Brasília Solar, Consulta Pública. Brasília, 15 de janeiro de 2016.

[10] EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *Nota Técnica DEA 19/14. Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil: Condicionantes e Impactos*. Rio de Janeiro: 2014.

[11] Decreto N° 37717 de 19/10/2016. Cria o programa de estímulo ao uso de Energia Solar Fotovoltaica no Distrito Federal - Programa Brasília Solar, e dá outras providências. Disponível em <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=330058>

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Micro e Minigeração Distribuída: sistema de compensação de energia elétrica*. Cadernos Temáticos. 2ª ed. Brasília, 2016.

O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica – Edição 2016. Instituto Ideal, Câmara de Comércio e Indústria Brasil Alemanha. Florianópolis: 2016. Disponível em https://issuu.com/idealeco_logicas/docs/estudofv2016_final?e=18281881/30000297 Acesso em 25 out 2016

WWF-Brasil. *Desafios e Oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil: recomendações para políticas públicas*. Brasília, 2015.



6085 GWh

é o consumo anual de
eletricidade no Distrito
Federal.

24 KM²

É a área necessária
para usar módulos
fotovoltaicos
e gerar toda
a eletricidade
demandada no DF.



30%

do telhado de uma
residência mapeada,
coberto com módulos
solares fotovoltaicos,
é capaz de gerar
energia elétrica para
outras 10 casas.

7000 R\$/kW_p

Foi o valor considerado
neste estudo.



Por que estamos aqui?

Para frear a degradação do meio ambiente
e construir um futuro no qual os seres humanos
vivam em harmonia com a natureza.

wwf.org.br