

CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS FLUTUANTES NO BRASIL

Marco Antônio Esteves Galdino – marcoag@cepel.br
Marta Maria de Almeida Olivieri – olivieri@cepel.br
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel), Eletrobrás

Resumo. Os sistemas fotovoltaicos flutuantes em corpos d'água, tais como lagos naturais ou reservatórios de barragens, têm despertado atenção mundial crescente desde 2011 e vem sendo implantados em diversos países, incluindo Japão, Coréia e EUA. No Brasil, foram anunciados projetos nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Balbina (AM) e Sobradinho (BA). Têm sido apontadas diversas vantagens para a utilização deste tipo de sistema, não necessariamente válidas no caso brasileiro, tais como: maior geração de energia, redução de perdas de água, pouco impacto ambiental, não ocupação de terra etc. No presente artigo são analisadas preliminarmente diversas destas alegações e apresentadas considerações a elas pertinentes para o caso brasileiro. Conclui-se que as vantagens técnicas e econômicas de sistemas fotovoltaicos flutuantes ainda não estão claras no Brasil e que os projetos-piloto em andamento devem ser aproveitados para esclarecer diversos importantes aspectos a eles relacionados.

Palavras-chave: sistemas fotovoltaicos flutuantes, energia solar fotovoltaica, reservatórios de barragens.

1. INTRODUÇÃO

Desde o ano de 2011 vem se desenvolvendo em nível internacional diversas experiências de implantação de Usinas Fotovoltaicas (UFVs) cujos painéis são montados de forma flutuante sobre corpos d'água, incluindo reservatórios de barragens para diversos fins e lagos naturais. Têm sido noticiadas experiências empreendidas em diversos países, incluindo o Japão, a Coréia do Sul e os EUA, sendo o Japão, que já conta com diversas UFVs flutuantes, considerado o país com maior experiência na tecnologia. Alguns autores já denominam este tipo de instalação de “floatovoltaics”.

Uma unidade com potência instalada de 2,9 MWp, inaugurada em fins de março de 2015 pela empresa Kyocera Solar, foi noticiada como a maior existente deste tipo (Colthorpe, 2015). Esta usina (Fig.1) é localizada no Município de Hyogo, cidade de Kato, a Sudoeste da Ilha de Honshu (ilha principal do Japão), e é dividida em dois subarranjos, flutuantes sobre os lagos de Nishihira e Higashihira, com potências de 1,7 MWp e 1,2 MWp, respectivamente. A montagem da UFV se iniciou em setembro de 2014, ou seja, os trabalhos demandaram 7 meses.



Figura 1 – UFV flutuante no Município de Hyogo - Japão (Owano, 2014)

Foi prevista uma geração anual de 3.300 MWh (Upadhyay, 2015a), a ser fornecida à concessionária Kansai Electric Power, o que significa um fator de capacidade (fc) anual de ~13 %. A empresa Kyocera Solar foi a fornecedora dos módulos fotovoltaicos (11.256 módulos Kyocera de 255 Wp) e também instalou, opera e mantém a planta.

Para a montagem do painel FV, são adotadas estruturas flutuantes denominadas “Hydrelio©”, em Polietileno de alta densidade, patenteadas (e fornecidas) pela empresa francesa Ciel et Terre (Upadhyay, 2014). O material de confecção é dito ser o mesmo utilizado em bóias de sinalização marítima e a montagem não utiliza peças metálicas, sendo feita por meio de encaixes.

Em dezembro de 2014 a Kyocera já anunciou (Japan Times, 2014) a construção de uma UFV flutuante de 13,4 MWp no reservatório da barragem de Yamakura, no Município de Chiba (próximo a Tokyo), ocupando uma área de 180.000 m² e com geração prevista de 15.635 MWh/ano (fc anual: ~13,3 %) que será vendida à Tokyo Electric Power Co (TEPCO). A Kyocera também tem planos para construção de 30 UFVs flutuantes no Japão no período 2015 a 2016.

A Coreia do Sul também já conta com experiência acumulada em UFVs flutuantes, tendo instalado em 2014 um sistema experimental de 465 kWp (área ocupada de 8.000 m²) que é dita a única planta flutuante dotada de rastreamento solar (Osborne, 2014), e cuja eficiência seria 22% superior à de uma planta equivalente montada sobre o solo (Fig. 2).



Figura 2 – Planta FV flutuante com rastreamento solar na Coreia (Fonte: SolarPark Korea)

Nos EUA, que já possuem diversas instalações menores, foi anunciada uma planta de 12,5 MWp na Califórnia, seguindo um formato de negócio no qual os lagos utilizados serão cedidos por seu proprietário para a empresa geradora através de um sistema de *leasing* (Pyper, 2015).

No Brasil, por sua vez, foram anunciados (Gandra, 2015) projetos de plantas FV flutuantes nos lagos das UHEs de Sobradinho (BA) e Balbina (AM), a serem iniciados em 2015, respectivamente, pelas concessionárias estatais Chesf e Eletronorte, causando inclusive repercussão internacional (Clark, 2015)(Upadhyay, 2015b).

2. VANTAGENS TÉCNICAS DAS PLANTAS FLUTUANTES

Diversas vantagens que vem sendo atribuídas aos sistemas FV flutuantes são listadas a seguir e se mostra que algumas delas merecem ser melhor esclarecidas.

I - O resfriamento evaporativo provocado nos painéis fotovoltaicos e cabos pela presença do corpo d'água aumenta a eficiência do sistema

Uma análise do desempenho de sistemas fotovoltaicos flutuantes (montagem em estrutura fixa) de 100 kWp e 500 kWp, instalados pela K-Water (Korean Water Resources Corporation) no reservatório da barragem de Hapcheon, foi efetuada por (Choi, 2014), comparando o desempenho de tais sistemas com o de uma planta fotovoltaica convencional de 1MWp sobre o solo (localizada cerca de 60 km ao Sul de Hapcheon). O estudo indica que a eficiência

do sistema flutuante é 11% superior à do convencional devido aos sistemas flutuantes operarem numa temperatura menor que o sistema de solo, por causa do resfriamento evaporativo proporcionado pelo reservatório.

Não foi feita, todavia, no trabalho, uma análise do ponto de vista econômico, visando avaliar se o ganho econômico com a melhora de desempenho suplanta o maior custo do sistema flutuante.

É interessante observar que o resfriamento evaporativo é função da Temperatura de Bulbo Úmido (Tbu) do local, por sua vez dependente da temperatura e umidade relativa ambientes, assim como da velocidade do vento. No caso brasileiro, o aumento de 11% na eficiência não é necessariamente válido, pois, sendo uma região tropical, e dadas as dimensões do país e sua diversidade geográfica, tais condições ambientais são muito diferentes em cada região. No projeto piloto, pode-se estimar que a planta na UHE Sobradinho, situada em local com baixa umidade relativa do ar (semi-árido) e alta velocidade do vento, poderá se beneficiar bastante deste efeito, enquanto que no caso da UHE Balbina, por ser numa região com uma alta umidade do ar e baixo vento, isto proporcionará aumento mais limitado na eficiência do sistema flutuante.

II – O painel flutuante reduz a evaporação da superfície livre da água, preservando o volume de água armazenada

O sombreamento proporcionado pelo painel reduz a incidência de radiação solar na água, e, portanto, sua temperatura. Além disso, a presença do painel recobrando a superfície livre da água também reduz o efeito do vento sobre esta superfície. Estes dois fatores, em princípio, contribuem conjuntamente para a redução da evaporação. Este tipo de benefício, porém, é de difícil quantificação, ou seja, é difícil determinar quanta água deixaria de ser perdida.

Não se pode deixar também de mencionar que este efeito é fisicamente conflitante com o anterior, ou seja, quanto menos evaporação houver, menor será o resfriamento evaporativo provocado pelo corpo d'água e menor o aumento da eficiência do painel fotovoltaico.

No caso da UHE Balbina, a evaporação líquida no reservatório é de 122 mm/m².ano, enquanto que para a UHE Sobradinho é de 1.946 mm/m².ano (ONS, 2015), demonstrando que as vantagens de redução de perdas por evaporação e de aumento de eficiência em Balbina serão claramente muito inferiores a em Sobradinho.

III – O painel flutuante reduz o crescimento de algas

É razoável supor que o sombreamento proporcionado pelo painel, reduzindo a incidência de radiação solar na água, reduz também o crescimento de algas (fitoplâncton). Este efeito também não foi quantificado, certamente também depende da fração da área ocupada, e não fica claro qual seria seu real benefício. Por outro lado, isso pode constituir um possível importante impacto ambiental da planta FV no ecossistema do lago.

IV – O painel flutuante reduz a formação de ondas e, assim, a erosão das margens do reservatório

Conforme já mencionado, em princípio, a presença do painel reduz o efeito do vento sobre a superfície livre da água, bem como a conseqüente formação de ondas e assim a erosão causada por elas nas margens. O resultado, outra vez, depende muito da fração da área ocupada pelo painel, e sua quantificação, bem como entendimento de seu benefício real são muito difíceis.

V – Um sistema FV flutuante instalado no reservatório de uma usina hidrelétrica (UHE) permite economizar água naquele reservatório, substituindo parte de sua geração

Sendo a potência instalada da UFV bastante elevada, uma forma de operação combinada com a hidrelétrica permitiria economizar água, pois a UHE poderia gerar menos durante o dia, sendo complementada pela geração da UFV. Contudo, essa geração combinada não é simples de implementar na prática, uma vez que a dinâmica de variação da geração de uma UFV ocorre em intervalos de segundos (passagens de nuvens), e não pode ser compensada pela geração da UHE, cuja constante de tempo é muito maior. Isso cria uma dificuldade operacional para a manutenção de uma produção constante, preestabelecida na programação de geração.

Na verdade, conceitualmente, toda a geração FV conectada à rede elétrica contribui para reduzir a geração hidráulica como um todo e, assim, economizar água no conjunto de reservatórios, mas isto não se aplica a uma instalação específica, e sim ao sistema elétrico como um todo. Numa instalação deste tipo é conceitualmente mais correto considerar que a UFV seja entendida como uma geração adicional, praticamente independente da geração da UHE.

VI – Um sistema FV flutuante instalado no reservatório de uma UHE, não necessita de investimentos em transmissão pois a infraestrutura existente pode ser compartilhada

Os Procedimentos de Rede do ONS especificam em seu subitem 2.3, que os transformadores da rede básica devem ser capazes de suportar sobrecargas diárias de 120% por 4 horas e de 140 % por 30 min. Portanto, numa análise preliminar, caso a potência da planta fotovoltaica flutuante seja inferior a 40% da potência da UHE, então a infraestrutura poderá efetivamente ser compartilhada, uma vez que, em princípio, o sistema fotovoltaico operando em condições tropicais, mesmo com o resfriamento evaporativo, não irá operar em sua potência nominal por um período diário maior do que 30min.

Para plantas fotovoltaicas de potências superiores a este limite, porém, esta possibilidade deve ser avaliada especificamente em cada caso, pois depende da relação entre a potência da UFV e da UHE e do regime de operação da UHE. No caso de uma UHE com pequeno reservatório (fio d'água) e potência fotovoltaica elevada, cujo período úmido coincida com o período de máximo de radiação solar, a capacidade da LT/SE existente pode, por exemplo, não ser suficiente para que a UHE e a UFV operem simultaneamente em capacidade máxima, reduzindo assim o benefício econômico ou requerendo investimento na infraestrutura de transmissão (LT, transformador). Por outro lado, mesmo

neste caso, a vantagem de compartilhamento poderá existir se houver uma complementaridade entre o período úmido e a incidência de radiação solar no local.

No caso da UHE Balbina, por exemplo, observa-se que existe coincidência, ao invés de complementaridade, entre o regime de operação da usina e a distribuição de irradiação solar ao longo do ano, conforme se observa na Fig. 3.

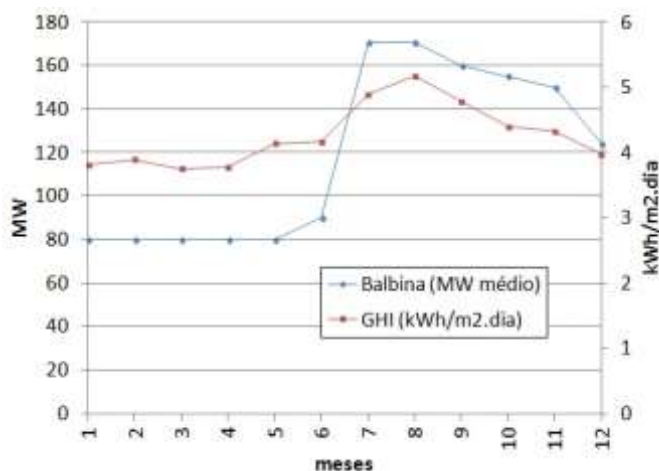


Figura 3 – Regime de geração da UHE Balbina (Eletrobrás, 2012) e irradiação solar global no plano horizontal (GHI) ao longo do ano

VII – O fato do sistema flutuante não ocupar terra é uma grande vantagem econômica

No caso do Japão, o fato da UFV flutuante não ocupar terra é geralmente citado como uma importante vantagem econômica (Colthorpe, 2014), em função da disponibilidade restrita e do custo elevado da terra no país. Na Coreia e nos EUA, esta argumentação também parece ser válida. No caso do Brasil, todavia, este tipo de vantagem certamente é, em geral, menos importante e deve ser objeto de uma análise específica.

VIII – A refletividade (albedo) da água aumenta a incidência de radiação no painel fotovoltaico e, portanto, sua produtividade

A Fig. 4 mostra a refletividade especular da água (albedo) para radiação direta em função do ângulo de incidência, onde se pode observar que para ângulos de incidência na faixa de 0° (incidência normal) até aproximadamente 58° a refletividade da superfície da água é inferior a 5%.

A refletividade de uma superfície líquida real, porém é mais complexa por depender de outros fatores, como o seu grau de agitação (ondas) e o material em suspensão. As ondulações na superfície geralmente tendem a fazer com que a radiação refletida seja espalhada em todas as direções, mas podem aumentar a refletividade para baixos ângulos de incidência. Adicionalmente, o grau de polarização da luz varia ao longo do dia tendendo a ser maior no início da manhã e ao fim da tarde, podendo assim, a refletividade modificar-se nestes horários.

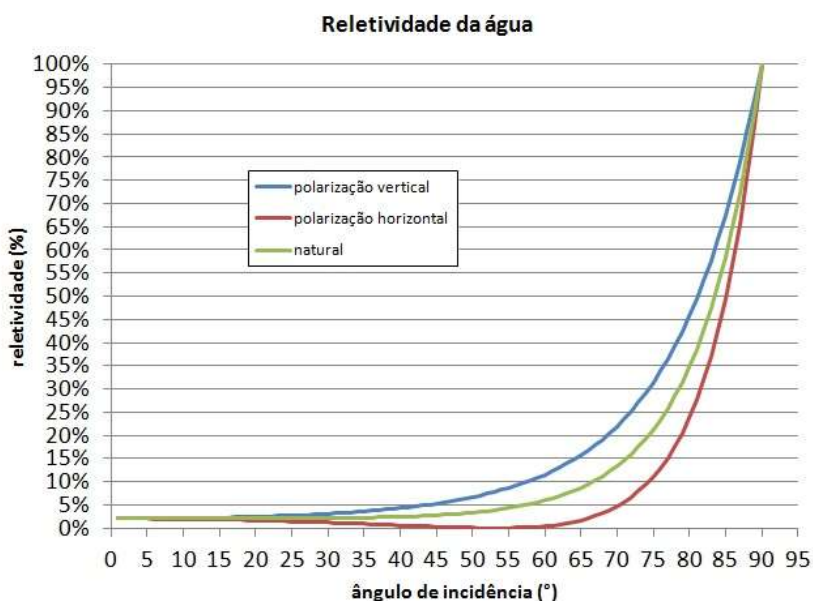


Figura 4 – Albedo da água para incidência de radiação solar direta, em função do ângulo de incidência (em relação à normal), para água limpa (sem material em suspensão) e parada (sem ondulações na superfície). A linha inferior (cor vermelha) refere-se à luz horizontalmente polarizada e a curva superior (cor azul) à luz verticalmente polarizada. A curva média (cor verde) é considerada representativa da radiação solar natural.

Contudo, no cômputo geral, uma vez que o albedo do solo geralmente é considerado entre 15% e 30%, conforme a Fig 4 a refletividade da água somente poderá ser superior para ângulos de incidência solares acima de 70°, de forma que, em princípio, este fator poderia contribuir significativamente para aumento de incidência no painel flutuante somente em locais de latitudes elevadas (sol mais baixo no céu), o que não é o caso do Brasil. Por outro lado, a composição e a quantidade do material em suspensão na água podem aumentar o albedo da superfície, o que poderia ser o caso da Região Norte do país, mas este é um fator cuja significância para o aumento de incidência de radiação no painel só poderá ser quantificada caso a caso.

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SISTEMAS FV FLUTUANTES NO BRASIL

No caso brasileiro, podem ser levantados alguns questionamentos e considerações adicionais em relação aos sistemas FV flutuantes, listados a seguir.

I – Resistência a fatores ambientais

Segundo seu fabricante, o sistema de montagem “Hydrelio©”, adotado no Japão, tem resistência à radiação UV por mais de 20 anos. Entendemos, todavia, que ainda é preciso confirmar que isto também vale para as regiões tropicais, com maiores incidências de radiação solar (índice UV mais alto) e maiores temperaturas ambientes.

Adicionalmente, pela observação de fotos disponíveis, depreende-se que os sistemas FV flutuantes em outros países tem sido instalados em lagos com a água límpida, isenta de material em suspensão e de detritos flutuantes. Em muitos casos no Brasil, em particular na região Norte, sabe-se que as condições de operação podem ser bastante diferentes: água com presença de material em suspensão (terra/barro), além de material como galhos e folhas flutuantes (até mesmo troncos). Na região Norte, são chamadas de “balseiros” as aglomerações flutuantes de folhas, galhos, terra, capim etc., que descem os rios nas épocas de cheia. O impacto disto deve ser investigado e provavelmente implica em maiores necessidades de limpeza e manutenção do sistema fotovoltaico, e até mesmo em necessidade de barreiras de proteção flutuantes (*log boom*), para evitar danos.

Ainda segundo o fabricante, a estrutura flutuante “Hydrelio©” suporta velocidades de vento de até 118 mph (~52,8 m/s). Entendemos que o fabricante garante que a estrutura não é danificada por esta condição de pior vento, porém, acreditamos que a estrutura fique parcialmente submersa para fortes ventos frontais, de forma que os módulos fotovoltaicos e outros componentes devem ser resistentes a esta condição de submersão. Além disso, é importante esclarecer que a resistência a ventos não depende somente da estrutura flutuante em si, mas principalmente de seu sistema de ancoragem. No projeto, deve-se considerar a maior velocidade de vento conhecida no local, porém, deve-se ainda lembrar que esta é medida em estações meteorológicas instaladas em terra. Sabe-se que a velocidade do vento de determinado local é função da rugosidade do terreno, de forma que sobre amplas superfícies líquidas, esta pode atingir maiores valores do que sobre o solo. Assim, para fins de dimensionamento, consideramos recomendável a utilização de algum modelo (*software*) para extrapolação para a superfície líquida da maior velocidade do vento conhecida na área.

Por outro lado, (Choi, 2014) já constatou que a estrutura flutuante pode se deslocar e girar por efeito do vento, e, principalmente, que esta movimentação pode ter efeito significativo na eficiência da geração, concluindo que o desenvolvimento de novos sistemas de ancoragem é necessário.

No Brasil, temos observado casos de reservatórios de UHEs com níveis extremamente baixos, como, por exemplo, o reservatório da UHE Sobradinho - um dos que deve receber uma planta piloto - que encontrava-se operando próximo ao volume morto em novembro de 2015. Assim, a necessidade da estrutura do painel ter que resistir a permanecer apoiada no fundo do reservatório (possivelmente irregular) não pode ser descartada no Brasil. O sistema de ancoragem da estrutura flutuante também deve ser projetado prevendo grandes variações do nível do reservatório ao longo do ano.

É também notório que, na região Norte, a variação da área ocupada pelo reservatório entre a época da cheia e da seca é bastante significativa.

II – Custos de instalação e manutenção

Kato (2013) menciona que o custo de instalação de um sistema flutuante de 1,2 MWp foi 30% superior ao de um sistema convencional, mas alerta que este valor é provavelmente decorrente de ter sido o primeiro deste porte instalado. Já segundo citação em (Pyper, 2015), nos EUA, sistemas flutuantes com potência instalada superior a 10 MWp teriam custo similar a instalações convencionais sobre o solo.

Itens como cabos e outros componentes (módulos, caixas de junção) resistentes à submersão tem maior custo e a montagem do sistema é mais difícil e custosa. Assim, conforme já mencionado, o fato da instalação não ocorrer no solo, minimiza o custo/uso do terreno e constitui uma vantagem econômica bastante importante em alguns países (não necessariamente no Brasil), provavelmente compensando, ao menos parcialmente, o maior custo dos equipamentos e serviços.

O custo de manutenção deste sistema flutuante também é claramente superior ao de sistemas convencionais, uma vez que o acesso ao painel é mais difícil e depende inclusive da disponibilidade de embarcações.

III – Impactos ambientais

A literatura geralmente afirma que os sistemas FV flutuantes tem baixo impacto ambiental e preservam a potabilidade da água, embora a questão de redução do crescimento de algas, já mencionada, represente um impacto ambiental que pode ser significativo se o recobrimento da área do reservatório for grande. Neste aspecto, pode ser

recomendável que o painel fotovoltaico permita, ao máximo, a passagem de luz, o que é obtido pela adoção de módulos fotovoltaicos do tipo vidro-vidro (vidro na superfície traseira).

Além disso, Solaris (2015) levanta a questão adicional relacionada à oxigenação do corpo d'água, afirmando que precisa ser investigada a garantia da troca gasosa na superfície da água, de forma a garantir a manutenção da fauna e flora lacustres, levando a crer que o recobrimento de uma grande parcela da superfície pode representar impacto importante nesse aspecto. A redução de oxigenação pode inclusive aumentar as emissões de gases de efeito estufa do reservatório.

Por outro lado, um impacto ambiental indireto e benéfico do sistema fotovoltaico flutuante seria evitar o desmatamento para instalação de uma UFV convencional sobre o solo.

4. CONCLUSÕES

O artigo apresenta diversas considerações em relação à aplicação de sistemas fotovoltaicos flutuantes no Brasil, cujas peculiaridades os tornam diferentes daqueles que vem sendo implantados em outros locais, como Japão e Coréia, por exemplo, e que são resumidas a seguir:

- Estima-se que o aumento de eficiência do sistema flutuante poderá ser significativo na região NE do país, mas pouco significativo na região N;
- O efeito benéfico de redução de perda de água do reservatório por evaporação também será diferente em diferentes locais do Brasil, e precisa ainda ser melhor quantificado;
- As UFVs flutuantes podem ter impacto ambiental significativo pela redução do crescimento de algas e da oxigenação da água, sendo que para minimizar o primeiro efeito podem ser utilizados módulos fotovoltaicos do tipo vidro-vidro;
- A resistência dos flutuadores de suporte dos sistemas FV às condições de radiação solar e temperatura em regiões tropicais, bem como à água com material em suspensão e detritos flutuantes deve ser assegurada no Brasil;
- A estrutura flutuante e seu respectivo sistema de ancoragem devem prever amplas variações no nível da água, inclusive a possibilidade de ter de permanecer apoiado no fundo de um reservatório seco;
- As vantagens técnica e econômica dos sistemas flutuantes não são claras no Brasil e serão diferentes para cada região, de forma que ainda precisam ser melhor esclarecidas.

Face ao exposto, os sistemas flutuantes no âmbito dos projetos piloto previstos para os reservatórios das UHEs Balbina e Sobradinho possibilitarão importantes esclarecimentos, principalmente em relação às questões de aumento de eficiência comparada a um sistema instalado sobre o solo e de redução das perdas por evaporação no reservatório. Uma avaliação ambiental em relação a itens como incidência de luz na água, crescimento de algas e oxigenação também deve ser efetuada. Para tanto, estes sistemas devem ser totalmente monitorados por meio de um conjunto de sensores, incluindo grandezas elétricas e ambientais, que permita avaliar tais parâmetros.

REFERÊNCIAS

- Choi, Young-Kwan; A Study on Power Generation Analysis of Floating PV System Considering Environmental Impact; International Journal of Software Engineering and Its Applications Vol.8, No.1 (2014), pp.75-84; <http://dx.doi.org/10.14257/ijseia.2014.8.1.07>
- Clark, Liat. 'Mega' floating solar power plants open in Japan. April 21st 2015. <http://www.wired.co.uk/news/archive/2015-04/21/giant-floating-solar-panel-plant-japan>
- Colthorpe, Andy. Another floating PV plant completed by Kyocera JV in Japan. May 28th, 2015. http://www.pv-tech.org/news/another_floating_pv_plant_completed_by_kyocera_jv_in_japan
- Colthorpe, Andy. Kyocera sees floating PV as one solution to Japan land shortages. September 1st, 2014. http://www.pv-tech.org/news/kyocera_sees_floating_pv_as_solution_to_japan_land_shortages
- Eletrobras. GTON-Grupo Técnico Operacional da Região Norte. Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2013. Versão 1.0. 19/11/2012.
- Gandra, Alana. Projeto-piloto de geração de energia solar em reservatórios começa em 120 dias. 27 de março de 2015. Agência Brasil. <http://agenciabrasil.etc.com.br/economia/noticia/2015-03/projeto-piloto-de-geracao-de-energia-solar-em-reservatorios-comeca-em-120>
- Japan Times. Disponível em <http://www.japantimes.co.jp/news/2014/12/23/business/kyocera-to-build-13-4-megawatt-floating-solar-power-plant-near-tokyo/#.VIm0dHbnuUk>. 2014.
- Kato, Shinichi. 'World's Largest' Floating Solar Plant Operates on Reservoir. November, 17th, 2013. http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20131117/316700/#
- ONS-Operador Nacional do Sistema Elétrico. Inventário de Dados Técnicos de Aproveitamentos Hidroelétricos. Disponível em <http://www.ons.org.br/operacao/hidrologia.aspx>. 2015.
- Osborne Mark. SolarPark Korea's PV modules used in floating tracker power plant. December 12th, 2014. http://www.pv-tech.org/news/solarpark_koreas_pv_modules_used_in_floating_tracker_power_plant

- Owano, Nancy. Japan has floating solar power plants in Hyogo Prefecture. April 24th, 2015. <http://techxplore.com/news/2015-04-japan-solar-power-hyogo-prefecture.html>
- Pyper, Julia. Sonoma County Is Building the Largest Floating Solar Project in the US. March 11th, 2015. <http://www.greentechmedia.com/articles/read/sonoma-county-to-build-the-largest-floating-solar-project-in-the-us>
- Solaris. Informações sobre a planta flutuante a ser instalada em Cadarache (França) pela Empresa Solaris Synergy Ltd. Disponível em <http://www.eurekanetwork.org/content/e-5044-aquasun>, consultado em jun/15
- Upadhyay, Anand (a). Kyocera TCL Solar Completes Two Floating Solar Power Plants In Japan. April 27th, 2015. <http://cleantechnica.com/2015/04/27/kyocera-tcl-solar-completes-two-floating-solar-power-plants-japan/>
- Upadhyay, Anand (b). Brazil Announces Huge 350 MW Floating Solar Power Plant. April 6th, 2015. <http://cleantechnica.com/2015/04/06/brazil-announces-huge-350-mw-floating-solar-power-plant/>
- Upadhyay, Anand. World's Largest Floating Solar Power Plant Announced By Kyocera December 25th, 2014. <http://cleantechnica.com/2014/12/25/worlds-largest-floating-solar-power-plant-announced-kyocera/>

SOME REMARKS ABOUT FLOATING PV SYSTEMS IN BRAZIL

Abstract. *Floating photovoltaic systems installed in water bodies such as natural lakes or dams reservoirs, have attracted increased worldwide attention since 2011 and have already been deployed in several countries, including Japan, South Korea and USA. In Brazil, pilot-projects were announced in the reservoirs of hydroelectric powerplants of Balbina (AM) and Sobradinho (BA). Several advantages, not necessarily valid in Brazil, are mentioned for using this kind of system, such as increase in energy generation, reduction of water losses through evaporation, low environmental impact, no occupation of land etc. In this article, several of these allegations are analyzed preliminarily under the Brazilian point of view, and considerations are presented. It is concluded that the technical and economic advantages of floating photovoltaic systems are not yet clear in Brazil and that pilot projects, such as those under way, should be used to clarify several important aspects related to them.*

Key words: *floating PV systems, photovoltaics, dam reservoirs.*