

ETAPAS CONSTRUTIVAS DE UMA ESTRUTURA FOTOVOLTAICA FLUTUANTE DESENVOLVIDA NO BRASIL

Rodrigo Latuf Andrade (Alsol) - rodrigolatuf@alsolenergia.com.br

Frederico Kos Botelho (ALSOL) - frederico.botelho@alsolenergia.com.br

Gustavo Malagoli Buiatti (ALSOL) - gustavo@alsolenergia.com.br

Henrique Menezes Nunes (Alsol) - henrique.nunes@alsolenergia.com.br

José Vieira Neto (Alsol) - neto@alsolenergia.com.br

Remington Phelipe da Silva Correa (ALSOL) - remington.correa@alsolenergia.com.br

Vinicius de Carvalho Venancio (Alsol Energia) - vinicius.venancio@alsolenergia.com.br

Resumo:

No âmbito dos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento regulamentados pela Agência Nacional de Energia Elétrica, foi construída uma usina fotovoltaica flutuante, de 96,2 kWp. A usina flutuante conta com o total de 296 módulos sendo 80 deles montados sobre uma estrutura flutuante nacional, que foi desenvolvida através do projeto. O objetivo do trabalho consiste em demonstrar as etapas de construção dessa estrutura, "tropicalizada", assim como as dificuldades encontradas durante a montagem da mesma. Foram apresentados os instrumentais de pesquisa, as etapas de montagem, as não conformidades e as soluções decorrentes das mesmas. A estrutura conseguiu sustentar os módulos de forma satisfatória e ao fim, foram feitas considerações avaliando o desempenho do equipamento proposto como alternativa às soluções já existentes no mercado.

Palavras-chave: *Energia Solar, Fotovoltaica flutuante, Pesquisa & Desenvolvimento*

Área temática: *Arquitetura e Energia Solar*

Subárea temática: *Aspectos arquitetônicos do uso de instalações fotovoltaicas*

ETAPAS CONSTRUTIVAS DE UMA ESTRUTURA FOTOVOLTAICA FLUTUANTE DESENVOLVIDA NO BRASIL

Rodrigo Latuf de Andrade – rodrigolatif@alsolenergia.com.br

Frederico Kós Botelho – frederico.botelho@alsolenergia.com.br

Gustavo Malagoli Buiatti – gustavo@alsolenergia.com.br

Henrique Menezes Nunes – henrique.nunes@alsolenergia.com.br

José Vieira Neto – neto@alsolenergia.com.br

Remington Phelipe da Silva Correa – remington.correa@alsolenergia.com.br

Vinicius Venancio – vinicius.venancio@alsolenergia.com.br

Alsol Energias Renováveis

Resumo. No âmbito dos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento regulamentados pela Agência Nacional de Energia Elétrica, foi construída uma usina fotovoltaica flutuante, de 96,2 kWp. A usina flutuante conta com o total de 296 módulos sendo 80 deles montados sobre uma estrutura flutuante nacional, que foi desenvolvida através do projeto. O objetivo do trabalho consiste em demonstrar as etapas de construção dessa estrutura, “tropicalizada”, assim como as dificuldades encontradas durante a montagem da mesma. Foram apresentados os instrumentais de pesquisa, as etapas de montagem, as não conformidades e as soluções decorrentes das mesmas. A estrutura conseguiu sustentar os módulos de forma satisfatória e ao fim, foram feitas considerações avaliando o desempenho do equipamento proposto como alternativa às soluções já existentes no mercado.

Palavras-chave: Energia Solar, Fotovoltaico flutuante, Pesquisa & Desenvolvimento.

1. INTRODUÇÃO

A substituição das fontes de energia de origem fóssil pelas fontes renováveis vem se firmando como um processo natural. A fonte solar fotovoltaica se apresenta como uma dessas alternativas tecnológicas que permitem essa transição. De acordo com Lima (2014), o Brasil apresenta grande potencialidade de exploração desse recurso em toda sua extensão territorial, com irradiação média de 1200 a 2400 kWh/m²/ano. Em adição, os estudos conduzidos por Marinowski *et al.* (2004) e Tsoutsos *et al.* (2005) demonstram que os impactos ambientais positivos dessa fonte de geração de energia são bastante superiores aos impactos negativos. Seguindo a mesma linha de raciocínio, Andrade *et al.* (2016) propõem uma metodologia para cálculo estimativo das reduções de emissões de gases de efeito estufa - GEE ao introduzir sistemas fotovoltaicos à matriz elétrica nacional.

Os sistemas de geração de energia distribuídos, regulamentados pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, através da Resolução Normativa n° 482/2012 e suas posteriores revisões, em especial, os sistemas fotovoltaicos, representam em caráter quantitativo, o quanto a fonte solar fotovoltaica está em expansão nos últimos anos. Uma regulação relativamente recente, que permitiu que o consumidor de energia, gerasse a sua própria energia elétrica e ainda injetasse o excedente à rede de distribuição local, já conta com mais de 144 mil usinas, espalhadas em todos os estados brasileiros, representando mais do que 99% do total de unidades consumidoras com geração distribuída no Brasil. A Tab. 1, traz o resumo, por tipo de geração, das usinas já registradas e reconhecidas pela ANEEL.

Tabela 1 - Unidades Consumidoras com Geração Distribuída. Fonte: ANEEL (2019) *adaptado.

Tipo	Sigla	Quantidade	Potência Instalada (kW)
Centrais Geradoras Hidrelétricas	CGH	100	97.081,80
Centrais Geradoras Eólicas	EOL	60	10.360,86
Centrais Geradoras Fotovoltaicas	UFV	144.830	1.674.775,37
Usinas Termelétricas	UTE	202	55.689,84
TOTAL	-	145.192	1.837.907,87

Apesar de poucos quando comparados com outras fontes de geração de energia, os impactos negativos da implantação de sistemas fotovoltaicos devem ser observados em função do crescimento exponencial da fonte no país. Geralmente, esses impactos estão relacionados à fase de instalação do projeto, onde ocorre a modificação da paisagem, podendo ser listadas as atividades de cravação ou concretagem de pilares de estruturas como as mais agressivas ao meio físico solo. Importante ressaltar que os painéis fotovoltaicos são livres de emissões de GEE quando os projetos já estão implantados. Associada a esse impacto negativo citado, uma dificuldade apresentada para as implantações de novas usinas fotovoltaicas - UFV, principalmente as usinas de maior porte, comumente conhecidas como fazendas solares, é a

falta de espaço ou grande distanciamento dos centros urbanos. Como alternativa ao relatado neste *caput*, existem as usinas fotovoltaicas flutuantes, segundo Trapani *et al.* (2013) um novo conceito de aproveitamento de áreas alagadas, como por exemplo usinas hidrelétricas.

Em paralelo com o crescimento exponencial, é notável a popularização e queda dos preços tornando os sistemas fotovoltaicos mais acessíveis, não só no Brasil, mas no mundo. Com isso, vem ocorrendo a diversificação na forma de instalação de usinas, podendo ser montadas sobre canais de água, lagos ou reservatórios. Embora ainda de forma tímida no Brasil, muito em função da grande disponibilidade de território no país, esse tipo de instalação apresenta vantagem em locais onde há restrições de áreas em terras firmes. O Japão é um exemplo de país que utiliza a tecnologia a partir dessa justificativa. Sahu *et al.* (2016) citam uma planta de potência 13,4 MWp, localizada sobre o reservatório de Yamakura Dam na cidade de Chiba. Os autores também mencionam plantas que ultrapassam os 50MWp na China e Índia. As vantagens técnicas das plantas fotovoltaicas flutuantes vão além da restrição locacional. Estas outras vantagens apresentam justificativas para instalação desse tipo de tecnologia no Brasil, e são listadas nos tópicos a seguir:

Redução da evaporação da superfície de água: De acordo com o trabalho conduzido por Galdino e Olivieri (2016), o bloqueio da radiação solar sobre a superfície de água somado a redução do efeito do vento são fatores que contribuem para a redução da evaporação. Essa vantagem pode ser explorada por hidrelétricas, reduzindo a evaporação líquida no reservatório. Vale ressaltar que se necessita de uma usina com tamanho significativo para aplicação desse efeito, ou seja, quanto maior a instalação, maior o efeito da redução.

Substituição parcial da geração em UHEs: Arelado à vantagem anterior apresentada, além da preservação de água nos reservatórios, as usinas fotovoltaicas flutuantes podem complementar a geração da Usina Hidrelétrica – UHE compartilhando a estrutura de rede já existente, que em parte do tempo, em épocas de baixos índices pluviométricos por exemplo, ficam ociosas, em função da produção limitada pela fonte hídrica.

Redução de erosão às margens do reservatório da UHE: Outra vantagem ambiental citada por Galdino e Olivieri (2016) é a redução da formação de ondas, tal vantagem tem relação direta com a redução do efeito do vento e como consequência o desgaste do solo às margens dos reservatórios. No entanto os autores mencionam que é necessário quantificar esse parâmetro e que essa vantagem também depende da dimensão da usina fotovoltaica.

Aumento de produtividade da UFV: Em relação ao aumento de produtividade quando comparado com sistemas fotovoltaicos instalados em solo, são considerados dois parâmetros, sendo eles o aumento de eficiência devido ao resfriamento nos painéis fotovoltaicos provocado pela evaporação no corpo d'água, e a refletividade do espelho d'água, que aumenta a incidência de irradiação nos módulos, porém nesse caso considerando módulos bifaciais. No trabalho de Choi (2014), foi realizado um estudo comparou-se o desempenho de duas usinas de 1MWp de potência, sendo instalado uma em solo e a outra em um reservatório na barragem da cidade de Hapcheon, na Coreia. O resultado do estudo representou uma diferença maior que 10% em favor da usina fotovoltaica flutuante.

Ressalta-se nesta sessão do trabalho a importância da elaboração de estudos de cunho técnico científico de forma a apresentar resultados concretos com abrangências qualitativas e quantitativas para validação das vantagens do uso da tecnologia fotovoltaica sobre estruturas flutuantes. Em adição a ressalva, faz-se necessário analisar a viabilidade de novos empreendimentos como um todo, levando em consideração aspectos econômicos como investimentos em CAPEX, assim como aspectos técnicos como disponibilidade de mão de obra qualificada para operação e manutenção do sistema, aspectos de licenciamento ambiental, possível desgaste dos componentes dos módulos pela constante presença de umidade e restrições regulatórias. Na Fig. 1 é apresentado um esquema de disposição dos principais componentes de um sistema fotovoltaico flutuante.

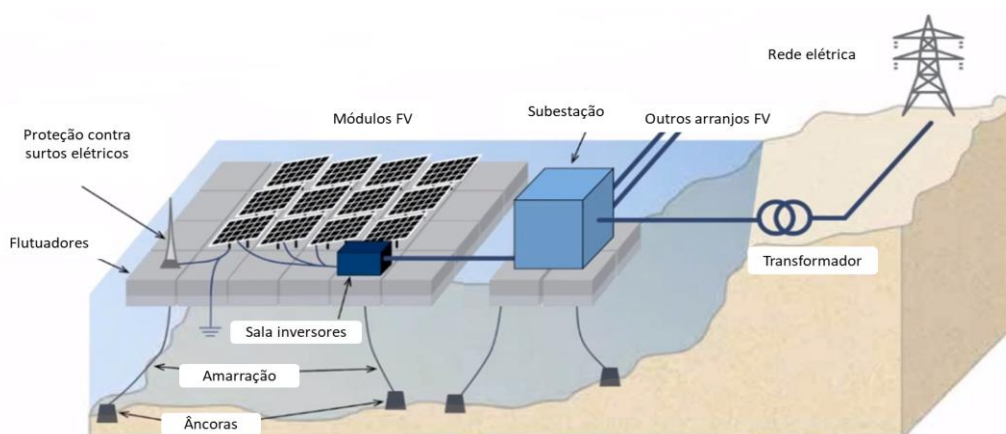


Figura 1 – Principais componentes de uma UFV flutuante.

2. CONTEXTO, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

2.1 Contexto

O objeto de estudo deste trabalho é uma usina solar fotovoltaica flutuante de potência 96,2kWp, ainda a ser conectada como microgeração distribuída, sendo a potência CA igual a 73kW, situada na cidade de Aimorés-MG. A referida implantação faz parte de um dos oito pacotes de trabalho que compõem o projeto de Pesquisa e Desenvolvimento – P&D intitulado “Binários eólico-solar e hídrico solar – estudos para imbricar com máxima eficiência tecnologias fotovoltaicas em usinas existentes compartilhando T e D e aumentando a capacidade de geração”. Projeto que conta com a Aliança Geração de Energia como instituição proponente e a Alsol Energias Renováveis como instituição executora.

O projeto, aprovado no âmbito de do P&D da ANEEL, teve início no segundo semestre do ano de 2017, e tem duração total de quatro anos. Os principais objetivos consistem no desenvolvimento de soluções híbridas para aumento do fator de capacidade de usinas centralizadas já existentes e a proposição de um novo modelo de negócio, compartilhando áreas ociosas, já licenciadas, e os custos de operação e manutenção.

2.2 Justificativa

A implantação em questão mostra relevância pois contribui na elaboração de resultados para as regiões tropicais do Brasil. A maior concentração de instalações fotovoltaicas flutuantes está no continente asiático, portanto os estudos gerados naquele continente, devem ser validados localmente em funções das diferentes condições de clima, variações de temperatura, relevo e composição dos solos. A proposta também se justifica na medida em que se apropria das oportunidades divulgadas pelo Ministério de Minas e Energia – MME em 2016 referentes à expansão da geração e transmissão, ao possibilitar a utilização de espaços ociosos em usinas já instaladas, aproveitando áreas antropizadas devido ao processo construtivo da UHE.

Adicionalmente, o projeto de P&D possibilitou o desenvolvimento de uma estrutura flutuante nacional, como alternativa aos diferentes produtos já encontrados no mercado, sendo os mais conhecidos, tecnologias internacionais.

2.3 Objetivos

O objetivo deste artigo consiste em demonstrar as etapas construtivas da parcela da UFV flutuante de potência 96,2kWp montada sobre a estrutura flutuante nacional, que foi desenvolvida pelo projeto de P&D. As análises englobam não só as etapas, mas também os desdobramentos, frente aos problemas encontrados durante a montagem. A parcela correspondente aos módulos instalados sobre a estrutura nacional totaliza 26 kWp, sendo o restante da potência instalada sobre os flutuadores Hydrelion®, tecnologia com patentes registradas e já consolidada no mercado. Essa tecnologia foi desenvolvida pela empresa Ciel & Terre, uma instituição pioneira neste mercado de plantas solares flutuantes. Importante evidenciar, que os flutuadores nacionais foram desenvolvidos no âmbito do projeto de pesquisa, sem fins comerciais ou de produção em escala maior do que a quantidade necessária para o protótipo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A aplicação prática, restringe-se a um estudo de caso da implantação localizada no reservatório da UHE Eliezer Batista, em Aimorés-MG. Os equipamentos utilizados foram selecionados no mercado e estão listados na Tab. 2.

Tabela 2 - Equipamentos e modelos utilizados na UFV flutuante de potência 96,2 kWp.

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE	MODELO / CARACTERÍSTICA
Módulo Fotovoltaico	296	JAP6 (K) 325 Wp / policristalino
Inversores	1	Ingecon Sun 3Play 33kW / INGETEAM
	2	TRIO-20kW / ABB
Estrutura flutuante nacional	80	Quantidade de módulos suportada
Estrutura flutuante Ciel & Terre	216	Quantidade de módulos suportada
Transformador	1	80 kVA a seco 380/220V

A configuração do arranjo, assim como seus componentes foram escolhidos de maneira a atender as variáveis de pesquisa do P&D, e não para máxima performance do empreendimento.

Sendo foco deste trabalho, foram detalhados os componentes principais da estrutura flutuante nacional nas sessões 3.1 e 3.2

3.1 Flutuador principal

Responsável pelo quesito fluabilidade, este item é composto pelos materiais: (a) poliestireno expandido - EPS; (b) polietileno de alta densidade – PEAD; (c) selante de poliuretano- PU e (d) miscelâneas em aço inoxidável. As principais dimensões e características do flutuador principal são apresentadas na Tab. 3. Já a Fig. 2 representa o desenho técnico elaborado durante as fases de concepção e projeto.

Tabela 3 – Características e dimensões do flutuador principal.

DESCRIÇÃO	Quantidade	UNIDADE
Flutuadores em PEAD	24	Unid
Peso bruto por flutuador	70	Kg
Empuxo por flutuador	550	Kgf/unid
Empuxo total	13.200	kgf
Composição EPS	58,5	%
Composição PEAD	32,5	%
Composição PU	8,5	%
Composição miscelâneas INOX	0,5	%
Dimensão por flutuador - altura	0,233	m
Dimensão por flutuador – largura	0,45	m
Dimensão por flutuador – comprimento	8	m

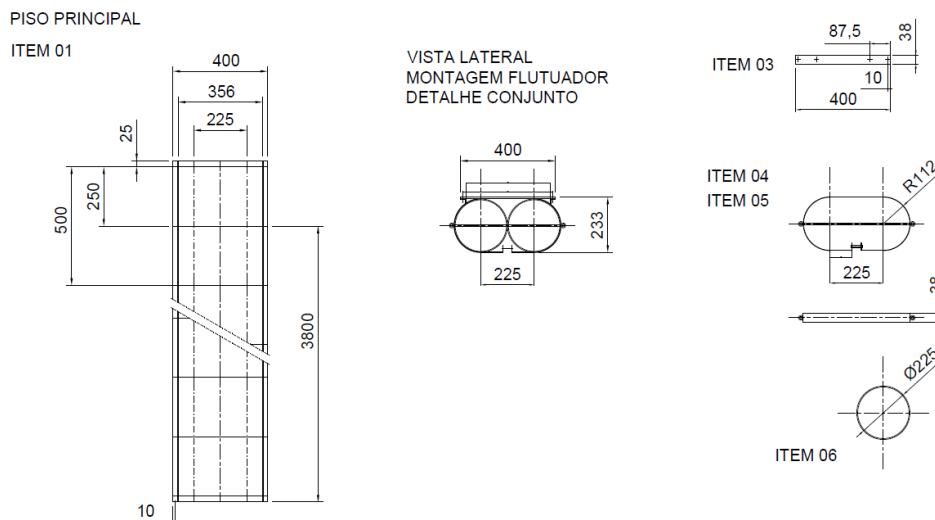


Figura 2 – Desenho técnico do flutuador principal e demais periféricos.

Adicionalmente ao flutuador principal, representado na Fig. 2 como ITEM 06, também são parte da composição: O piso em PEAD PE80 de cor cinza, em vista superior e lateral com largura de 400 mm – ITEM 01, uma cinta, abraçadeira e tirante fabricados em aço inox 304 – ITEM 03, 04 e 05 respectivamente.

3.2 Suporte em alumínio

Este item tem função de sustentação aos módulos fotovoltaicos, além de garantir o alinhamento entre os mesmos. O principal material utilizado na constituição dos suportes é o alumínio anodizado. Sendo a anodização um tratamento superficial que protege o metal contra corrosão, uma vez que a utilização da estrutura é em ambientes com água. A Tab. 4 mostra as principais características do componente e a Fig. 3 traz sua representação de projeto.

Tabela 4 - Características e dimensões do suporte em alumínio.

DESCRIÇÃO	Quantidade	UNIDADE
Suporte em alumínio 7/8"	160	Unid
Conjuntos de 5 suportes enfileirados	32	Unid
Peso bruto conjunto	5,6	Kg
Peso bruto total	179,2	Kg
Dimensão por suporte - altura	0,3	m
Dimensão por suporte – largura	0,022	m
Dimensão por suporte – comprimento	1,8	m
Composição de materiais - Alumínio	96,4	%
Composição de materiais – INOX AISI 304	4,6	%

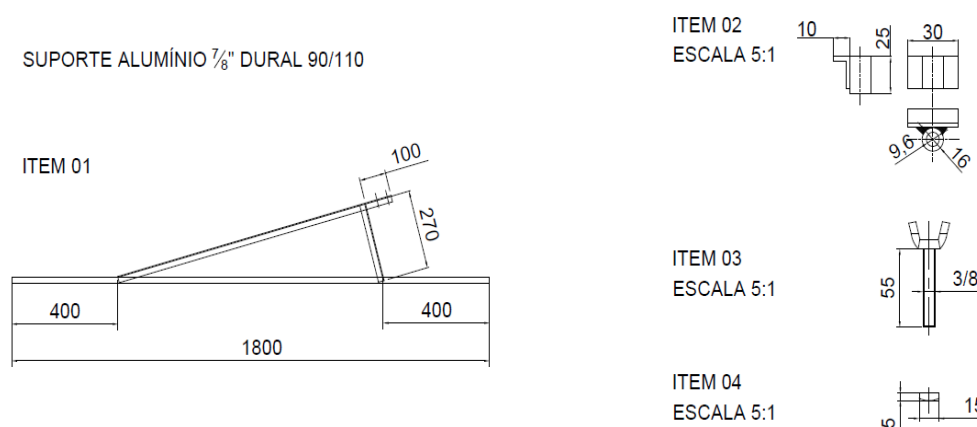


Figura 3 – Desenho técnico suporte em alumínio.

Observa-se na Fig. 3 a inclinação padronizada para a configuração do arranjo fotovoltaico em 15°. Os componentes periféricos contemplam os perfis fixadores dos módulos – ITEM 2, os parafusos fixadores dos perfis – ITEM 03 e as porcas fixadoras que acompanham os parafusos – ITEM 04. Os periféricos também foram fabricados em aço inox.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para início da instalação do sistema fotovoltaico flutuante, foram realizadas previamente as atividades de montagem de abraçadeiras, cintas, tirantes e agrupamento a cada dois flutuadores principais de PEAD, em adição, foi realizado a fixação do piso sobre os mesmos, além da fixação em série de cinco suportes de alumínio. Essas ações de pré-montagem ocorreram para facilitar o transporte das peças até o local de montagem definitiva. A Fig. 4 representa a conclusão da pré-montagem.



Figura 4 – Pré-montagem da estrutura flutuante nacional.

Após a pré-montagem, os componentes foram transportados até o local de instalação dentro da UHE Eliezer Batista. Foi escolhido um dique, em função de ser uma área de pouca interferência do vento, e de baixa profundidade da água.

A montagem da estrutura contou com a participação de equipe local, subcontratada pela instituição executora do Projeto Alsol Energias Renováveis, sendo essa equipe composta por moradores da região, que receberam treinamentos teóricos e práticos. Assim como a implantação da UFV flutuante, a capacitação profissional também foi um pacote de trabalho proposto no P&D proposto pela Aliança Energia e Alsol.

Na sequência do recebimento dos materiais de estrutura, módulos fotovoltaicos e cabeamento elétrico através de frete dedicado, com auxílio de um caminhão munck para o descarregamento, iniciou-se a montagem com a organização e disposição dos itens na área do dique.

De forma a facilitar a montagem, foi dividida a parcela da UFV que iria ser instalada sobre os flutuadores nacionais em quatro blocos, cada um composto por 20 (vinte) módulos. Outra ação facilitadora foi a utilização de peças de madeira embaixo dos flutuadores principais, para auxiliar quando o bloco fosse movido da terra para a água às margens do dique.

Na montagem dos blocos, os flutuadores principais foram espaçados com equidistância de 970 mm. Então, foram fixados em sentido perpendicular os suportes em alumínio, sendo os primeiros, localizados das extremidades, instalados a 700 mm do final dos flutuadores principais. É apresentada na Fig. 5 a etapa inicial de montagem em campo.



Figura 5 – Montagem dos suportes em alumínio nos flutuadores de PEAD.

Para fixação dos suportes, foram utilizados rebites em aço inox 304, totalizando 288 unidades por bloco que suporta 20 módulos. Observa-se na Fig. 5 os grampos de prensa dos módulos, sendo utilizados parafusos e porcas em inox na parte inferior e superior de cada suporte. Ainda na fase de concepção do projeto, houve a ideia de usar parafusos do tipo borboleta, para reduzir o uso de ferramentas próximo à água, mitigando chances de perda por queda desses itens na água.

Com os suportes fixados, foi iniciado o posicionamento dos módulos, formando 5 fileiras de 4 módulos por bloco. Como os suportes foram padronizados com 15° de inclinação, e os flutuadores planejados para uso na água, o alinhamento dos módulos não se apresentou como dificuldade na fase de montagem. A Fig. 6 representa um dos quatro blocos totalmente montado.



Figura 6 – Montagem final de um bloco com 20 módulos.

A montagem exposta até então neste capítulo foi repetida para os outros 3 blocos. As amarrações entre os blocos e as amarrações entre os flutuadores principais foram realizadas com cabos de aço inox de 1/8 polegadas, para que a estrutura total formasse um único conjunto, suportando os 80 módulos. Cabe ressaltar que não foram descritas as etapas de conexões elétricas e aterramento, apenas por não serem etapas de montagem estrutural, foco deste trabalho.

5. PROBLEMAS ENCONTRADOS E SOLUÇÕES PROPOSTAS:

Por fim, após as amarrações feitas, os quatro blocos foram movidos para a água como um único conjunto, onde permaneceram por dois dias, para observação de comportamento do sistema. Foram encontradas três não conformidades durante o período de observação. A primeira delas foram os grampos na parte inferior dos suportes de alumínio. Devido à inclinação em que foram posicionados os módulos, os grampos se soltavam facilmente. Na Fig. 7 é apresentado o detalhe através de um exemplo.



Figura 7 – Detalhe do problema no grampo de fixação.

No lado direito da Fig. 7 é apresentado a solução dada ao problema apresentado. Foram colocadas contra porcas acima do suporte, garantindo que o grampo prendesse o módulo firmemente, não o deixando solto.

O segundo problema observado está relacionado com o alinhamento entre os blocos, cada um composto por 20 módulos, mais precisamente nas amarrações com os cabos de aço. Entre os blocos, apenas o cabo de aço não garantiu o deslocamento longitudinal dos flutuadores principais, justamente por ser um componente flexível. A Fig. 8 detalha o segundo problema no lado esquerdo da imagem, e ao lado direito é possível verificar a solução proposta.



Figura 8 – Detalhe do problema de alinhamento entre os blocos.

Observa-se na solução proposta, que foi adicionado um metal, mais rígido, fabricado em inox e vazado em seu interior, possibilitando a permanência do cabo de aço como amarra dos blocos.

Por último, foi notado que os flutuadores principais estavam se curvando na forma de arco, passando a impressão que o meio do flutuador, de 8 m de comprimento estava sendo levantado. Para solucionar a não conformidade foram adicionados flutuadores extras, com a metade do diâmetro, garantindo um empuxo maior nas extremidades de cada flutuador principal. A Fig. 9 apresenta o problema de curvatura dos flutuadores, já a Fig. 10 representa o desenho técnico dos flutuadores complementares, na cor amarela, já que esses ficam abaixo do nível da água.



Figura 9 – Detalhe do problema de curvatura dos flutuadores principais.

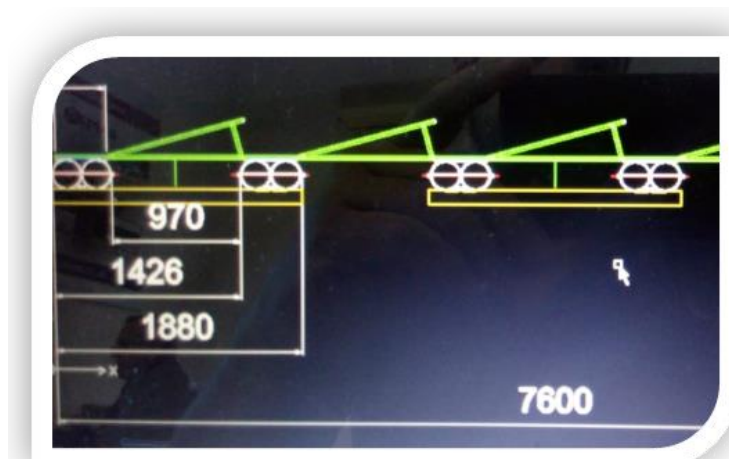


Figura 10 – Flutuadores complementares na cor amarela.

6. CONCLUSÕES

Em suma a estrutura apresentou confiabilidade e rigidez. O projeto de P&D contará com uma empresa subcontratada para inspeções e manutenção do sistema como um todo. É válido pontuar que o experimento, produzido em escala de protótipo, atendeu às exigências de segurança das instituições envolvidas. Ressalta-se também que ao final da montagem, o ancoramento da parcela da UFV com a estrutura nacional independe da outra parcela de potência 70,2 kWp.

O trabalho apresentado limita-se à exposição das etapas de concepção, montagem e validação da estrutura desenvolvida pelo projeto, e não visa a comparação de custo econômico ou de desempenho com quaisquer produtos já existentes no mercado.

Agradecimentos

As instituições Alsol Energias Renováveis e Aliança Geração de Energia por proporcionarem a implantação da UFV em estudo. Ao SEBRAE e ALSOLCIAL pelo desenvolvimento e capacitação de equipe. A todos os colaboradores da UHE Eliezer Batista e Parque Botânico da Aliança, por todo apoio, nas questões de segurança e espaço físico utilizado desde a fase de planejamento do projeto, agradecemos.

REFERÊNCIAS

- Andrade, R. L., Buiatti, G. M., Rymer, J. V. 2016. Metodologia para estimativa de redução de emissões de CO₂ aplicada a sistemas de microgeração fotovoltaica. VI CBENS - VI Congresso Brasileiro de Energia Solar – Belo Horizonte.
- Agência Nacional de Energia Elétrica –ANEEL. 2019. Relatórios sobre as Unidades Consumidoras com Geração Distribuída. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Fonte.asp/ Acesso em: 03 de dezembro de 2019.
- Choi, Y. 2014. *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. P.75-84. <http://dx.doi.org/10.14257/ijseia.2014.8.1.07/>
- Galdino, M. A. E., Olivieri, M. M. A. 2016. Considerações sobre a implantação de sistemas fotovoltaicos flutuantes no Brasil. VI CBENS - VI Congresso Brasileiro de Energia Solar – Belo Horizonte.
- Lima, J. L. B., 2014. Energia fotovoltaica como alternativa energética viável. 48 f. Projeto de Graduação (Curso de Engenharia de Materiais) – Escola Politécnica, UFRJ, Rio de Janeiro.
- Marinoski, D. L., Salamoni, I. T., Ruthier, R. 2004. Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: Estudo de caso do edifício sede do CREA-SC. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. São Paulo.
- Sahu, A., Yadav, N., Sudhar, K. 2016. *Floating photovoltaic power plant: A review.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 66, p. 815-824. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.051>.
- Trapani, K., Millar, D. L., Smith, H. C. M. 2013. *Novel offshore application of photovoltaics n comparison to conventional marine renewable energy Technologies.* Renewable Energy, v. 50, p. 879-888.
- Tsoutsos, T., Frantzeskani, N., Gekas, V. 2005. *Environmental impacts from the solar energy Technologies.* Energy Policy, v.33, p. 289-296.

CONSTRUCTIVE STEPS OF A FLOATING PHOTOVOLTAIC STRUCTURE DEVELOPED IN BRAZIL

Abstract. *As part of the Research and Development projects regulated by the National Electric Energy Agency, a 96.2 kWp floating photovoltaic plant was built. The floating plant has a total of 296 modules, 80 of them mounted on a national floating structure, which was developed through the project. The objective of this work is to demonstrate the stages of construction of this structure, "tropicalized", as well as the difficulties encountered during its assembly. The research instruments, the assembly steps, the nonconformities and the solutions resulting from them were presented. The structure was able to support the modules satisfactorily and, in the end, considerations were made evaluating the performance of the proposed equipment as an alternative to existing solutions in the market.*

Key words: *Solar Energy, Floating Photovoltaic, Research & Development.*