



**XXIV SNPTEE**  
**SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E**  
**TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GPT/05

22 a 25 de outubro de 2017  
Curitiba - PR

**GRUPO -2**

**GRUPO DE ESTUDO DE PRODUÇÃO TÉRMICA E FONTES NÃO CONVENCIONAIS- GPT**

**EXPLORAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO LAGO DA USINA HIDRELÉTRICA DE BALBINA**  
**ATRAVÉS DE PAINÉIS FLUTUANTES**

**PEREIRA, J. L. M(\*)**  
**Eletronorte**  
**SOUSA, A. R. M**  
**UFPA**

**CONCEIÇÃO, F. W.S**  
**Eletronorte**  
**NUNES, M. V.A**  
**UFPA**

**RAMOS, V. M**  
**UFPA**  
**FONSECA, W. S**  
**UFPA**

**RESUMO**

A geração de energia solar tem vantagens em relação a outras formas de geração de eletricidade, o grande problema é a exigência de grandes áreas em solo e seu custo. Uma nova alternativa, como as usinas solares compostas de placas coletoras flutuantes, pode amenizar este tipo de situação. Estas placas flutuantes podem ser instaladas em qualquer ambiente aquático, diminuindo não só o uso de áreas de terra, assim como aumentar as perspectivas de geração. Essa ideia está sendo estudada e aplicada na superfície do lago da Usina Hidrelétrica de Balbina, município de Presidente Figueiredo (AM).

**PALAVRAS-CHAVE**

Energia fotovoltaica, usinas solares, viabilidade energética, painéis flutuantes.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Atualmente a principal característica do sistema elétrico de potência é a utilização de grandes usinas, centralizando a geração de energia elétrica, com o transporte desta através de extensas redes de transmissão e distribuição. À medida que a demanda cresce, as concessionárias precisam ampliar o parque gerador e com isso construir novas linhas de transmissão e distribuição.

Contudo, devido aos altos custos de implementação e a subutilização de alguns sistemas de geração e transmissão, alternativas podem ser integradas de maneira a diminuir os impactos ambientais causados pela construção desses sistemas e ainda torná-los mais dinâmicos e eficientes.

Nesse contexto, o sistema de usinas geradoras de energia fotovoltaica (PV) com placas flutuantes abordado neste trabalho é uma nova tendência de geração de energia solar que utiliza a superfície da água disponível em barragens, reservatórios e outras massas de água podendo utilizar o mesmo sistema de transmissão utilizados para o escoamento de energia elétrica já existentes.

Essa ideia está sendo estudada e aplicada na superfície do lago das Usinas Hidrelétricas de Balbina, município de Presidente Figueiredo (AM) constituindo o primeiro projeto de exploração de energia solar em lagos de usinas hidrelétricas com uso de flutuadores no mundo. A Usina Hidrelétrica de Balbina foi inaugurada no final da década de 1980 com a capacidade de geração elétrica de 275 MW distribuídos em cinco unidades geradoras de 55 MW cada e considerada como um erro histórico por cientistas e gestores, pela baixa geração em relação à área alagada de 2.360 quilômetros quadrados.

(\*) R. Manoel Paraense, nº 10 – Q.227 – CEP 68.447-000 Vila dos Cabanos, PA – Brasil  
Tel.: (+55 91) 3754-2067 – Email: jorge.pereira@eln.gov.br

A nova tecnologia pode trazer mais racionalidade econômica e reduzir custos das tarifas, ao permitir o uso de capacidade ociosa de sistemas do setor elétrico já que as subestações e as linhas de transmissão estão sendo subutilizadas devido à baixa geração da usina hidrelétrica em questão.

Esta metodologia tem uma vantagem que permite o uso eficiente da energia fotovoltaica sem ocupar grandes áreas de solo, assim como evita danos para o ambiente, ao contrário dos sistemas fotovoltaicos instalados em terrenos agrícolas ou florestas. Desta forma, a área inundada pela barragem também pode ser utilizada para a instalação de uma usina de energia fotovoltaica.

Em muitos sítios, o sombreamento fornecido pelos módulos fotovoltaicos é visto como um ponto negativo. Em uma represa de abastecimento de água, a montagem dos módulos fotovoltaicos iria resultar na redução da evaporação da água e um possível aumento da quantidade de água disponível para geração de energia, dependendo das condições locais.

Portanto, este documento apresenta um estudo de viabilidade de um sistema híbrido hidro fotovoltaico para ser instalado em lagos das usinas hidrelétricas, tomando como referência para o caso de estudo o Lago da Usina Hidrelétrica de Balbina, estado do Amazonas. O foco do trabalho é identificar condições relacionadas para as quais o sistema se torna viável levando em consideração a instalação dos módulos fotovoltaicos em dispositivos de flutuação utilizando a superfície inutilizada dos reservatórios de água. As seções a seguir abordam mais detalhadamente a adaptação dos módulos fotovoltaicos em estruturas flutuantes em comparação com sistemas terrestres e a metodologia utilizada para a realização dos estudos de viabilidade deste tipo de sistema.

## 2.0 - FATORES RELACIONADOS A INSTALAÇÃO DE PLACAS FLUTUANTE

Uma central solar flutuante de geração de energia resulta da combinação da tecnologia empregada na fabricação do material a ser utilizado e no projeto a ser implementado para montagem e geração através da mesma.

Neste trabalho é tratado a instalação de um sistema fotovoltaico de estrutura flutuante constituído por painéis de placas fotovoltaicas flutuantes com geração de 1 MWp no Lago da Usina Hidrelétrica de Balbina.

O sistema de geração por placas flutuantes consiste em um corpo flutuante (Estrutura Floater) que permite a instalação dos módulos do sistema, assim como pode ser posicionada para atender as flutuações do nível de água enquanto mantém sua posição de direção definida em projeto. Os equipamentos de geração de PV são instalados na parte superior do sistema de flutuação que utiliza um cabo submarino para transferir a energia produzida pelo sistema aos componentes interligados ao mesmo.

Como uma tecnologia de última geração, ela pode substituir os atuais sistemas de PV que são instalados no topo das florestas, terras e edifícios. As Centrais solares flutuantes instaladas na superfície da água para esses painéis são naturalmente arrefecidas, devido o aumento de temperatura dos painéis ser menor do que as que são instaladas no topo de telhados e em áreas de terreno, fazendo com que o tempo de vida útil dos painéis aumente devido o menor estresse sobre eles.

Porém, o custo dos painéis solares flutuantes é ligeiramente mais elevado do que os painéis solares utilizados no topo de telhados, mas levando em consideração a escassez de terra e ocupação de grandes áreas úteis em solo, o custo da instalação passa a ser insignificante.

O sistema de energia solar flutuante também oferece outros benefícios ambientais como prevenção da evaporação de água e também pode melhorar a qualidade da água, pois os painéis solares atuam como um telhado para as massas de água, de modo que a água não exposta ao sol e a atmosfera impedem o crescimento de matéria orgânica como as algas. Dessa maneira, os custos do trabalho de manutenção da empresa responsável pelo tratamento da água também são minimizados.

A avaliação do potencial do índice Solarimétrico deve ser realizada através de um estudo das coordenadas de localização do projeto e do uso de programas para determinação e estudo durante os meses do ano. Através da utilização do software PVsyst é possível efetivar os dados necessários para determinação do Potencial fotovoltaico no estado do Amazonas, no município de Presidente Figueiredo, no reservatório da hidrelétrica de Balbina.

### 2.1 Metodologia

Em todos os sistemas fotovoltaicos, um fator importantíssimo é a relação entre a inclinação dos painéis e a área ocupada pelo conjunto, que irá definir a quantidade de energia elétrica a ser produzida em uma determinada localidade. A inclinação dos painéis, fixa ou móvel, permite uma melhor incidência (perpendicularidade) da luz solar sobre a superfície fotovoltaica, sendo, de forma geral, recomendado para sistemas fixos que essa inclinação seja igual ou próxima da latitude local.

Entretanto, como os painéis são colocados em linha, com suas faces voltadas para a mesma direção (norte, no caso do Brasil), as linhas de painéis projetam imediatamente atrás uma sombra, que será tanto maior quanto maior for a inclinação e menor a distância entre as fileiras de painéis. Quanto maior a inclinação, maior o afastamento mínimo necessário, o que reduz a quantidade de painéis possíveis de serem instalados em uma determinada área.

Portanto, havendo limitação de área ou a busca da maior produção de energia em uma área conhecida, como pode ser o caso do aproveitamento dos reservatórios, o estudo da melhor inclinação é fundamental. Esse estudo deve revelar não apenas a maior produção de energia, mas também a melhor solução econômica para o empreendimento. Ver Figuras 1 e 2.

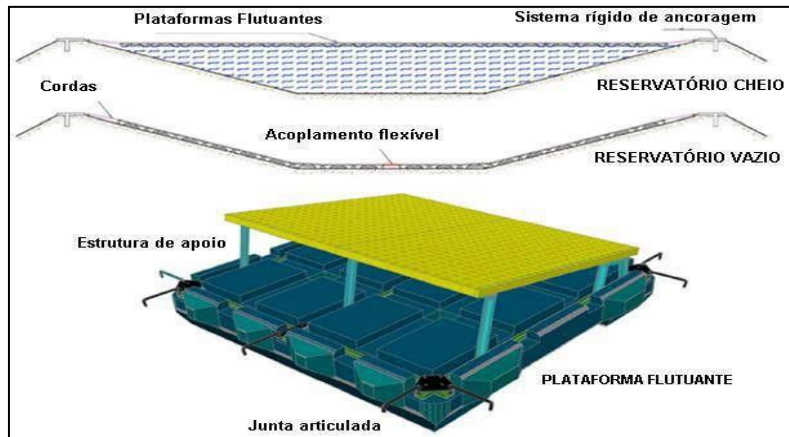


FIGURA 1 – Componentes de um Sistema Fotovoltaico Flutuante. Fonte: Adaptado de SANTAFÉ (et al, 2014)

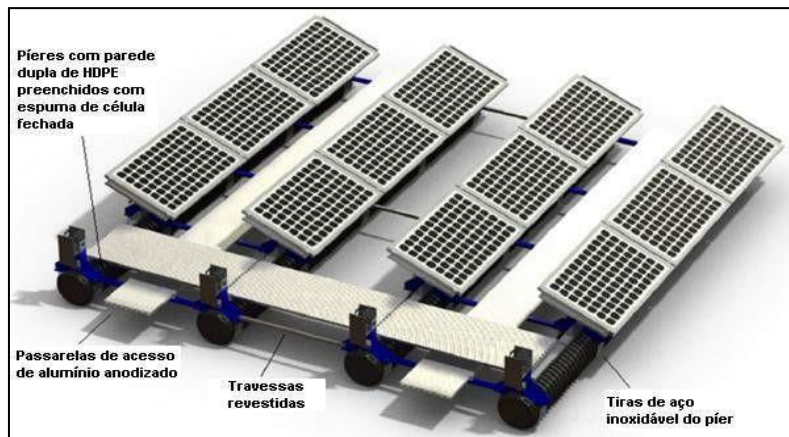


FIGURA 2- Estrutura Fotovoltaica Flutuante instalada em Far Niente. Fonte: Adaptado de TRAPANI and SANTAFÉ (2013).

As coordenadas geográficas são de interesse desse trabalho, já que serão inseridas no programa PVsyst a fim de que este possa calcular a energia solar fotovoltaica que pode ser produzida para a região e empreendimento considerados. A área do empreendimento também é de interesse, uma vez que seu valor informará a área disponível para a alocação dos painéis fotovoltaicos flutuantes.

Inicialmente foi utilizado para obter as informações dos dados de localização geográfica da hidrelétrica de Balbina, no estado do Amazonas, o site do Sistema de Informações do Setor Elétrico - SIGEL, mostrada na Figura 4. Paralelamente, utilizou-se os dados de latitude  $1^{\circ} 54' 57,27''S$  e longitude  $59^{\circ} 28' 24,14''W$  para interagir no sistema PVsyst e efetivamente determinar em um período de um ano a incidência solar no local. Ver Figura 3.



FIGURA 3- Mapa de Localização da Hidrelétrica de Balbina.

Através da utilização do software PVsyst foi elaborado o arranjo fotovoltaico para analisar a geração de energia no reservatório da hidrelétrica de Balbina, sendo selecionado o botão Arranjo do projeto (Project design), Como esse trabalho considera a possibilidade da energia gerada estar conectada ao sistema interligado nacional (SIN), foi analisado o sistema conectado à rede, com os seguintes parâmetros:

1. Localização Geográfica: localizando geograficamente a cidade com latitude, longitude e altitude, como o cálculo do potencial de geração e da energia gerada dependem dos valores de irradiação, esse é um dos dados fundamentais que o programa vai fornecer a partir de seu banco de dados. Então, o software já calcula a média mensal e anual da Irradiação Global, Irradiação Difusa e Temperatura. As Figuras 4 e 5 mostram esses valores no programa para a cidade de Manaus.

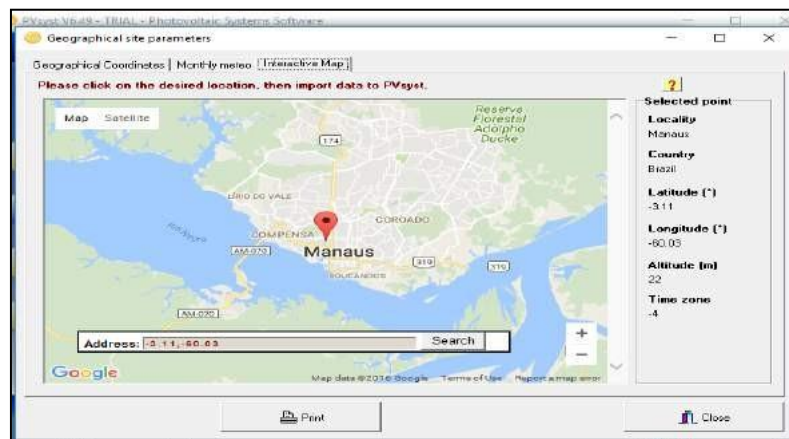


FIGURA 4- Localização Geográfica Baseado nas Coordenadas de Latitude e Longitude.

Site	Manaus (Brazil)			
Data source	Meteonorm 7.1			
	Global Irrad.	Diffuse	Temper.	Wind Vel.
	kWh/m <sup>2</sup> .mth	kWh/m <sup>2</sup> .mth	°C	m/s
January	137.6	75.9	26.3	1.40
February	126.1	75.8	26.3	1.60
March	139.8	77.0	26.0	1.30
April	135.3	75.7	25.8	1.21
May	137.5	71.4	26.3	1.30
June	141.9	64.2	26.1	1.40
July	155.5	67.3	26.8	1.49
August	174.7	73.4	27.7	1.60
September	163.1	75.8	27.3	1.60
October	163.6	82.8	27.8	1.11
November	157.7	82.9	27.1	1.59
December	148.8	85.1	26.6	1.50
<b>Year</b>	<b>1796.6</b>	<b>913.3</b>	<b>26.7</b>	<b>1.4</b>

FIGURA 5- Dados Calculados de Irradiação Global, Irradiação Difusa e Temperatura.

2. Valor do Albedo: Albedo (ou coeficiente de reflexão) é a razão entre a quantidade de irradiação refletida pela irradiação incidente em uma determinada superfície. Após realizar a etapa da definição da localização geográfica, o software permite que se escolha o valor do albedo onde será instalado o arranjo. Diferentes valores para várias condições de instalação já são oferecidos pelo software, mas também existe um campo para a inserção manual do valor, Figura 6. Segundo Oliveira (2013) chegou a um valor de 0,051 para o albedo em um copo d'água na Bacia Amazônica, optou-se por utilizar este valor para o albedo no PVsyst.

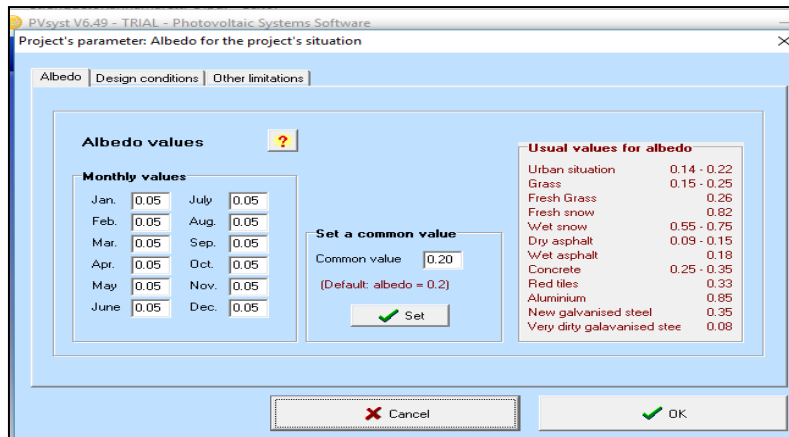


FIGURA 6- Ajuste do Parâmetro do Albedo.

3. Inclinação do Módulo Fotovoltaico (Planet Tilt) e Azimute Geográfico (Angulação Formada a partir do Norte Geográfico): Para a orientação foram considerados sistemas fixos, pois a maioria dos sistemas fotovoltaicos flutuantes instalados são deste tipo. Em relação ao ângulo de inclinação foi considerado e criada a janela de otimização do sistema, conforme a Figura 7. Nessa janela, pode-se observar os gráficos de otimização a partir do ângulo de fixação do painel e do azimute geográfico. Dessa forma, os ângulos foram variados até a obtenção do maior valor, respeitando o índice de irradiação anual. O azimute geográfico utilizado na simulação foi de 0°, ou seja, considerou-se que os módulos fotovoltaicos estavam sempre direcionados para o Norte Geográfico.

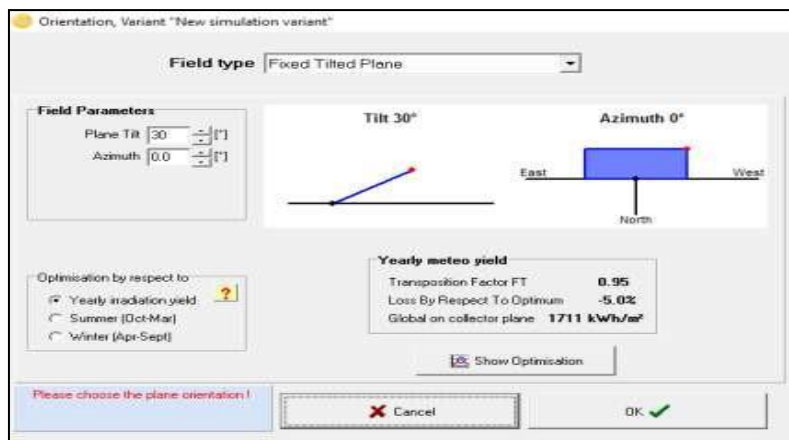


FIGURA 7- Inclinação do Módulo Fotovoltaico.

4. Configuração do Sistema: Os últimos parâmetros para simular a energia elétrica gerada são os dados dos sistemas. Neste trabalho, como não há projeto predefinido, foram feitas as seguintes considerações quanto a:

- Área da instalação: Devido o sistema apresentar a limitação de valor máximo de 100.000 m<sup>2</sup> (0,1

Km<sup>2</sup>), foi utilizado como padrão a área mínima (0,01 km<sup>2</sup> ou 1 ha) para calcular a produção onde esse valor foi multiplicado proporcionalmente à área disponível do reservatório, sendo considerada como área disponível 80% da área real e 20% representam afastamentos regulamentares (tomadas de água, vertedouros, sistemas ancilares), irregularidades do contorno e áreas de aeração do reservatório.

- Seleção dos módulos fotovoltaicos: Nesta seção foi realizada a escolha da tecnologia do painel fotovoltaico das empresas fabricantes dos diferentes módulos fotovoltaico (há um vasto banco de dados no próprio software). Nesse ponto foi escolhido o painel mais parecido com os últimos aplicados para o tipo de instalação estudada. A escolha do painel fotovoltaico a ser considerado foi o Kyocera /245, por ser um modelo de painel com certificação do INMETRO e por ser uma opção existente no PV SYSTEM.
- A utilização de outros painéis, desde que de mesma potência nominal, eventualmente alteraria apenas a estrutura a ser construída ou considerada, mas não alteraria a área total utilizada, o potencial instalado ou a energia gerada.
- Seleção do inversor de frequência (CC/CA): Da mesma maneira que foi realizada a seleção dos módulos, para a seleção dos inversores foram utilizados dados observados nos projetos de instalações reais em solo e foi escolhido o modelo de inversor Ingeteam - IngeconSun 250 TL U X208.

## 2.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A capacidade de geração de energia é uma grande preocupação durante a seleção dos painéis. Os PV são classificados como poli, mono, película fina ou painéis híbridos. A eficiência energética do painel está relacionada ao espaço ocupado pelo painel solar para a quantidade de geração de energia. A maioria dos módulos cristalinos irão apresentar o comportamento de modo muito semelhante e terão até aproximadamente o mesmo espaço a ser ocupado. Os Painéis Híbridos irão gerar uma maior potência em uma área menor, entretanto, eles são demasiadamente caros em comparação aos painéis de módulos de película fina de cristalino que são muito bem adaptados às cegas, condições difusas. Eles ocupam muito mais espaço do que outros tipos e sua durabilidade é muito menos. O custo dos painéis solares também depende do local de fabricação e de encargos de transporte.

Como resultado através da seleção de parâmetros do sistema pelo PVsyst, o programa forneceu o número de painéis iguais a 4088 a serem utilizados, a área total ocupada igual a 6726 m<sup>2</sup>, assim como também determinou a potência total da usina igual a 1002 KWp, ou seja, aproximadamente 1 MWp.

Em seguida foi realizada uma simulação final, na qual o software evidencia os resultados obtidos, através da geração de um relatório descrevendo o sistema e parâmetros definidos anteriormente, tais como o número de módulos e de inversores utilizados no sistema, a produção e as perdas por mês de funcionamento, assim como a razão de desempenho, a potência por metro quadrado do sistema, a irradiação horizontal global, a temperatura ambiente, incidência global no plano resfriado, irradiação global corrigida pelas sombras, energia efetivamente de saída do arranjo, energia injetada na rede, percentual da energia de saída do arranjo pela área ocupada, percentual da energia de saída do sistema pela área ocupada, o diagrama de perdas durante o ano. Na Figura 8 é mostrado o processo inicial desenvolvido no software para obtenção dos resultados de perdas e aproveitamentos.

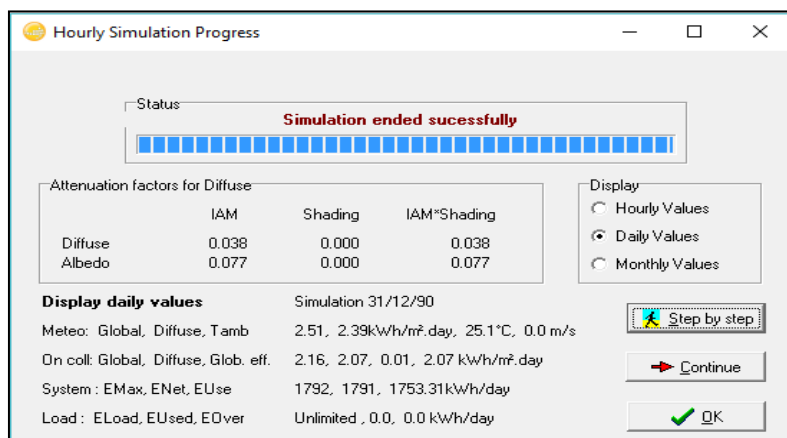


FIGURA 8- Geração de Relatório de Perdas e Aproveitamento.



Podemos notar no gráfico da Figura 9 que as perdas referentes aos coletores foram em média de 0.9 Kwh/KWp/dia e as perdas produzidas pelos inversores apresentaram o valor de 0.08 Kwh/KWp/dia, as quais são insignificantes quanto ao valor de aproveitamento da energia útil produzida na saída do inversor que atingiu a média de 3.59 Kwh/KWp/dia.

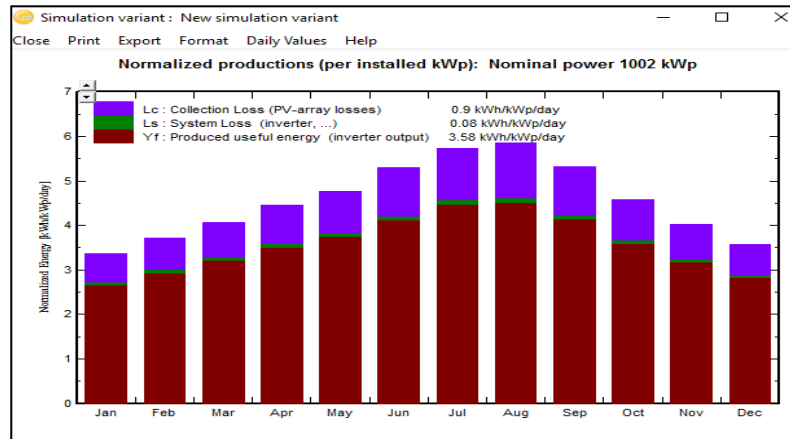


FIGURA 9- Gráfico Avaliativo de Perdas e Aproveitamento.

Na Figura 10, são mostrados os meses do ano e seus respectivos valores de geração para o sistema on-gride através da geração da usina de sistema fotovoltaico de placas flutuantes a ser implantada no reservatório da hidrelétrica de Balbina localizada no município de Presidente Figueiredo no estado do Amazonas.

É possível perceber que o mês em que a geração assumiria seu maior valor de patamar na geração é no mês de Agosto com um valor de 140,1 MWh e menor valor no mês de Fevereiro com valor de 82,4 MWh.

Simulation variant : New simulation variant  
Close Print Export Help

**New simulation variant**  
Energy use and User's needs

	E_Grid MWh
January	83.4
February	82.8
March	100.0
April	105.9
May	116.4
June	123.7
July	139.1
August	140.1
September	124.7
October	111.9
November	95.9
December	88.5
Year	1312.4

FIGURA 10- Fornecimento Mensal Estimado de Energia pelo Sistema de Placas Fotovoltaicas.

No estudo realizado neste trabalho verificou-se como objetivo principal a estimativa quanto ao potencial de energia a ser explorado no reservatório da Hidrelétrica de Balbina, no município de Presidente Figueiredo no Amazonas através de sistemas fotovoltaicos de placas flutuantes, tendo-se para o referido estudo estimado um valor de 1 MWp de potência a ser instalada através de simulações, as quais sofreram a influência de diversos fatores já comentados na seção anterior.

O material flutuante a ser utilizado ele deve ser totalmente reciclável. As características dessas estruturas deve ser:

- O material utilizado para a estrutura deverá ser completamente não tóxico, resistentes a ácidos e bases de água salgada, raios UV resistente e totalmente reciclável.
- As estruturas devem ser capazes de suportar temperaturas de -60°C a 80°C.
- Tempo de vida útil longo que trinta anos de capacidade de resistir debaixo de água.

### 3.0 - CONCLUSÃO

A diversificação da planta energética no setor elétrico brasileiro é uma necessidade devido aos problemas ambientais gerados pelas construções de grandes usinas hidrelétricas e térmicas aliado ao fato do país ter potencial energético para investir em diversos tipos de fontes geradoras.

Com a consolidação das usinas eólicas no setor energético brasileiro, a introdução cada vez maior da geração solar tornou-se um desafio a ser alcançado, porém um dos pontos negativos que envolve a geração em grande escala da energia solar está relacionada com a ocupação de grandes espaços físicos para a disposição dos painéis fotovoltaicos. Nesse contexto, a utilização dos reservatórios das usinas hidrelétricas torna-se um ambiente favorável para a ocupação de uma planta de geração fotovoltaica.

Através da análise de simulação realizada com o software PVsyst foi possível verificar que as perdas referentes a geração de energia de 1 MWp através do sistema de placas flutuantes no reservatório da hidrelétrica de Balbina, no município de Presidente Figueiredo no estado do Amazonas foram poucas, sendo em relação aos coletores em média de 0.9 kWh/KWp/dia e as perdas produzidas pelos inversores apresentaram o valor de 0.08 kWh/KWp/dia, as quais são insignificantes quanto ao valor de aproveitamento da energia útil produzida na saída do inversor que atingiu a média de 3.59 kWh/KWp/dia, possibilitando concluir que a captação de energia proposta através do sistema citado é seguramente viável.

Quando os painéis estão instalados na plataforma flutuante, o problema de aquecimento do painel solar apresentado em solo é resolvido em grande parte. Essa tecnologia é de longa duração e de custo eficaz e flexível e leva menos tempo para instalação.

Uma das vantagens do sistema de flutuação é a redução da evaporação, ajudando assim a preservar os níveis de água durante o verão extremo. Sabe-se que durante os verões as altas temperaturas são uma ameaça de secagem e diminuição no nível dos rios e lagos gerando problemas de irrigação. Com o sistema de placas solar flutuante a evaporação poderia ser reduzida e por sua vez ajudaria no controle de quantidade de água nos canais e de pequenos microrganismos. Também a formação de algas em reservatórios de água pode ser reduzida devido a menor quantidade de luz solar que entraria na água que por sua vez contribuiria para reduzir o processo de fotossíntese para produzir menos algas na água, isso torna a água menos contaminada e ajuda a vida aquática na sustentação.

Outro ponto a ser destacado é o reaproveitamento do sistema de transmissão existente que no caso da Usina de Balbina está sendo subutilizado devido ao baixo nível de água no reservatório. Em condições normais, a Usina Hidrelétrica de Balbina atende até 15% da necessidade energética da capital, Manaus, contudo com a forte seca do Rio Uatumã está suprindo apenas 5%, atualmente. A nova tecnologia pode trazer, portanto, mais racionalidade econômica e reduzir custos das tarifas, ao permitir o uso de capacidade ociosa de sistemas do setor elétrico.

Quanto aos possíveis impactos ambientais causados pela instalação dos painéis sobre os reservatórios sejam eles positivos como a redução das perdas por evaporação da água ou negativos como a redução da oxigenação da água, mudanças na flora e na fauna dos reservatórios; devem ter estudos específicos para a devida comprovação.

A proposta do novo modelo de captação e geração através do sistema de placas flutuantes é uma alternativa de energia renovável a ser considerada que irá permitir um melhor aproveitamento do recurso natural proveniente do sol, reduzindo assim os impactos ao meio ambiente e vindo a somar como mais uma fonte de energia e modalidade neste universo a ser explorado.

### 4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informações sobre Geração – BIG. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/GeracaoTipoFase.asp?tipo=12&fase=3>>.

(2) ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informações sobre Geração. Capacidade de Geração do Brasil. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>.

(3) ANEEL – SIGEL: Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. Disponível em <<http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html>>.

(4) BAHADARAH, H., Subhan A., Gandhidasan P., Rehman S. Performance evaluation of a PV (photovoltaic) module by back surface water cooling for hot climatic conditions. Energy. vol.59, p445-453, 2013.



(5) BORGES, André. – Estadão. Reservatórios de hidrelétricas terão painéis para geração de energia solar. Disponível em < <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,reservatoriosde-hidreletricas-terao-paineis-para-geracao-de-energia-solar-imp-,1658125>>.

(6) Ciel et Terre – Our references. Disponível em: <<http://www.ciel-et-terre.net/our-floating-solar-power-plants-references/>>.

(7) EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Nota Técnica. Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Rio de Janeiro. 2012. Disponível em <[http://www.epe.gov.br/geracao/documents/estudos\\_23/nt\\_energiasolar\\_2012.pdf](http://www.epe.gov.br/geracao/documents/estudos_23/nt_energiasolar_2012.pdf)>.

(8) FALK, Fritz. Photovoltaics Physics and Technology of Solar Cells Figures and Tables. Institute of Photonic Technology, 2010.

(9) SANTAFÉ, Miguel Redón, SOLER, Juan Bautista Torregrosa, ROMERO, Francisco Javier Sánchez, GISBERT, Pablo S. Ferrer, GOZÁLVEZ, José Javier Ferrán, GISBERT, Carlos M. Ferrer. Theoretical and experimental analysis of a floating photovoltaic cover for water irrigation reservoirs. Energy. vol.67, p.246-255, 2014.

(10) ROSA-CLOT, M.; ROSA-CLOT, P, Tina G. M.; SCANDURA, P.F. Submerged photovoltaic solar panel: SP2. Renewable Energy. vol. 35, p.1862-1865, 2010b.

## 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Nome: Jorge Luiz Moreira Pereira

Data de Nascimento: 09/07/63 Local: Belém-Pará



Formação Acadêmica e Profissional:

Experiência Profissional: Possui curso técnico em Eletrônica pela IFPA(1984), graduação em Engenharia Elétrica-Eletrônica pela Universidade Federal do Pará (1989), graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal do Pará (1990), Especialização em Gestão Escolar pela Universidade Estadual do Pará (2002), graduação em Licenciatura Plena em Física pela Faculdade Michelangelo-DF (2005), Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (2014) e cursando Doutorado de Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará . Atualmente é professor AD4- Matemática e Física da ESCOLA ESTADUAL DE ENS. FUND. E MÉD. EDUARDO ANGELIM e Engenheiro de Manutenção Eletrônica Proteção - SISTEMA ELETROBRAS- ELETRONORTE, tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Sistemas Elétricos de Potência, atuando principalmente nos seguintes temas: Estágio supervisionado e Sistemas de potência com ênfase em proteção de sistemas.