



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

FI/GPT/20  
18 a 21 de Outubro de 2015  
Foz do Iguaçu - PR

**GRUPO - II**

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

**COMPARAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS E  
ESTRUTURAS DE MONTAGEM NA USINA FOTOVOLTAICA ALTO DO RODRIGUES**

<b>Fontenele, L.F.A. (*)</b>	<b>Gouveia, H.T.V.</b>	<b>Araújo, R.G.</b>	<b>Inacio, C.O.</b>	<b>Ferreira, P.H.F.</b>
<b>PETROBRAS</b>	<b>PETROBRAS</b>	<b>PETROBRAS</b>	<b>PETROBRAS</b>	<b>PETROBRAS</b>

**RESUMO**

O presente trabalho apresenta e consolida informações e dados obtidos nas atividades de implantação da Usina Fotovoltaica Alto do Rodrigues (UFV-AR), um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento da Petrobras junto à ANEEL. A usina é dividida em quatro subsistemas que possuem potências instaladas, tecnologias de módulos e estruturas de montagem diferentes entre si. Mostra-se uma composição dos custos de serviços e equipamentos envolvidos no empreendimento, subdividindo-os em categorias de interesse e em subsistemas. Comparam-se os resultados com valores da literatura, sendo verificada satisfatoriamente a coerência entre eles, tomadas as devidas particularidades, e são apresentados os índices de desempenho dos subsistemas.

**PALAVRAS-CHAVE**

Comparação, Estruturas, Módulos fotovoltaicos, Usina fotovoltaica Alto do Rodrigues

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Buscando criar condições para o desenvolvimento de base tecnológica e infraestrutura técnica para a inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética nacional, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou o edital de Chamada de Projeto Estratégico de P&D 013/2011 "Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira", com o objetivo de alavancar a cadeia produtiva dessa fonte no país, em termos regulatórios, mercadológicos, tecnológicos e acadêmicos.

Nesse contexto, dentre os vários requisitos definidos no referido edital, estava a instalação de uma usina solar fotovoltaica. Assim, alinhado à estratégia corporativa então vigente de ampliar seus negócios envolvendo a geração de energia elétrica, a Petrobras, em 2012, formalizou junto à ANEEL o início do projeto "Estudo da Geração Fotovoltaica Centralizada e seu Impacto no Sistema Elétrico", o qual consiste na construção de uma usina de potência nominal de 1,1 MWp, localizada no município de Alto do Rodrigues/RN e conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Conceitualmente, a usina é dividida em quatro subsistemas. O primeiro e maior deles, com potência de 1,0 MWp, é constituído por módulos fotovoltaicos de silício policristalino, montados em rastreadores de um eixo horizontal norte-sul. Já o segundo, compartilha da mesma tecnologia anterior, tem potência de 50 kWp e é instalado em estruturas fixas. Os outros dois também são montados em estruturas fixas, cada um possuindo potência de 25 kWp, sendo um da tecnologia de silício amorfo e o outro de disseleneto de cobre, índio e gálio.

A escolha das diferentes tecnologias objetiva gerar informações para estudos, avaliações e comparações das características, desempenho, operação e manutenção. Isso é possibilitado pela instalação de diversos

instrumentos de medição de grandezas meteorológicas, como irradiância, temperatura e velocidade do vento, e de grandezas elétricas, como tensão e corrente tanto da parte de corrente contínua como da de alternada. Ainda no que diz respeito à parte de instrumentação, são monitoradas também a temperatura de alguns módulos, bem como a inclinação dos rastreadores, sendo o esforço de coleta dos dados bem superior ao de empreendimentos com finalidades comerciais.

Uma vez que cada uma dessas tecnologias apresenta características peculiares, como eficiências e coeficientes de temperatura distintos, e cada um desses métodos de instalação possui vantagens e desvantagens, o presente trabalho objetiva consolidar informações a partir dos dados de medição de forma a possibilitar uma melhor escolha da tecnologia e do tipo de instalação no caso de projetos futuros que a Petrobras venha a desenvolver. De posse dos dados de produção de energia e de consumo, incluindo as perdas, é possível se obter a geração líquida de energia e, a partir dessas informações, podem ser aplicadas medidas para a melhoria dos resultados operacionais da usina.

É interessante salientar que, paralelamente à construção, montagem e operação da usina, teve início uma série de estudos e atividades realizadas com parceiros do projeto, como a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), o *Electric Power Research Institute* (EPRI) e o Centro de Tecnologia do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER), esse último atuando em conjunto com a consultoria do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As tarefas desempenhadas por cada um desses parceiros, juntamente com as informações obtidas pelo sistema supervisor da usina, são fundamentais para o sucesso do projeto e atingimento dos objetivos estabelecidos.

Este trabalho apresenta os primeiros resultados dos estudos econômicos do projeto de pesquisa denominado “Estudo da Geração Fotovoltaica Centralizada e seu Impacto no Sistema Elétrico”, que tem entre seus objetivos analisar aspectos técnicos e econômicos da geração fotovoltaica.

O conteúdo aqui apresentado se refere à análise dos custos dos componentes de uma planta de geração solar fotovoltaica, utilizando como parâmetro os valores obtidos com a implantação da Usina Fotovoltaica de Alto do Rodrigues (UFV-AR), proposto pela Petrobras em resposta à Chamada nº 013/2011 da ANEEL. Nesse sentido, são abordados os gastos iniciais do projeto, comparando-os com valores base indicados na literatura sobre o tema e que serão revisados posteriormente.

## 2.0 - USINA FOTOVOLTAICA ALTO DO RODRIGUES (UFV-AR)

Como motivação o projeto, além de ser o primeiro de geração fotovoltaica centralizada da Petrobras, também se caracteriza pelas possibilidades de geração de conhecimento e capacitação do seu corpo técnico a partir de experiências no projeto e concepção, na construção e operação da UFV-AR.

A UFV-AR está localizada no entorno das instalações da Usina Termelétrica Jesus Soares Pereira (UTE-JSP), no município de Alto do Rodrigues/RN, distante aproximadamente 216 km de Natal/RN, considerando a rota pela BR-406 até o cruzamento com a RN-118, conforme visto na Figura 1.

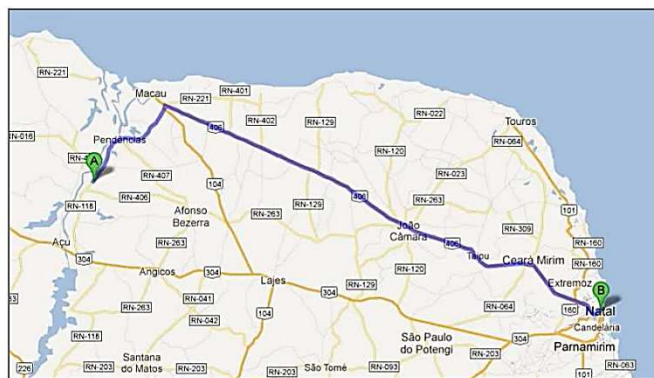


Figura 1 – Macrolocalização e acesso a partir de Natal. Fonte: (1).

## 2.1 DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

Especificamente, em relação à geração de energia elétrica, a UFV-AR possui potência nominal instalada de 1,1 MWp, sendo composta por quatro subsistemas conforme segue:

- Subsistema 1: composto por módulos de silício policristalino (p-Si) montados em rastreadores de um eixo

horizontal norte-sul e potência instalada na ordem de 1,0 MWp (1.034 kWp);

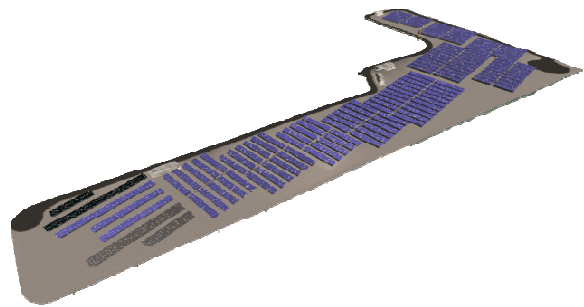
- Subsistema 2: composto por módulos de silício policristalino (p-Si) montados em estruturas fixas de inclinação 10°N e potência instalada na ordem de 0,05 MWp (52,2 kWp);
- Subsistema 3: composto por módulos de silício amorfo (a-Si) montados em estruturas fixas de inclinação 10°N e potência instalada na ordem de 0,025 MWp (26,27 kWp);
- Subsistema 4: composto por módulos de disseleneto de cobre índio e gálio (CIGS) montados em estruturas fixas de inclinação 10°N e potência instalada na ordem de 0,025 MWp (25,48 kWp).

Além dos itens citados acima, também foi prevista a instalação de uma estação solarimétrica visando dar suporte aos estudos energéticos associados ao empreendimento.

A área escolhida para a instalação da UFV-AR está demarcada pelo polígono vermelho da Figura 2 (a), correspondendo a cerca de 30.000 m<sup>2</sup>. A maquete eletrônica da usina é mostrada na Figura 2 (b).



(a)



(b)

Figura 2 – UFV-AR. (a) área escolhida para a instalação. (b) maquete eletrônica. Fonte: Adaptado de (1) e elaboração própria.

Atualmente, o empreendimento encontra-se praticamente concluído, e os sistemas podem ser conferidos na Figura 3.



(a)

(b)

(c)

(d)



(e)

Figura 3 – Imagens das instalações da UFV-AR. (a): subsistema 1. (b) subsistema 2. (c): subsistema 3. (d) subsistema 4. (e): vista aérea da obra. Fonte: Elaboração própria.

## 2.2 CUSTOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NO BRASIL E NO MUNDO

De acordo com (2), em operações do tipo *turn key*, a referência de valor de implantação no mercado nacional a preços de outubro de 2011 era de 12,00 R\$/Wp. Caso o investidor comprasse os equipamentos diretamente no mercado internacional o valor poderia ser reduzido em até 50%. A publicação também revela que nesse mesmo ano sistemas foram instalados na Europa com um valor de próximo a 2,5 €/Wp.

Considerando gastos com equipamentos e com serviços iniciais, em (2) estimou-se que os custos finais de um empreendimento fotovoltaico no Brasil giravam em torno de 7,12 R\$/Wp para uma instalação de 3 kWp (residencial), 6,27 R\$/Wp para uma instalação de 30 kWp (comercial) e de 5,37 R\$/Wp para uma instalação de 30 MWp (usina), conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de referência para o mercado brasileiro Fonte: (2).

APLICAÇÃO	RESIDENCIAL	COMERCIAL	USINA
CAPACIDADE (kWp)	3	30	30.000
Custo dos módulos e inversores (R\$)	11.605,00	116.047,00	116.047.414,00
Custo de cabos e proteções (R\$)	2.250,00	18.000,00	13.100.000,00
Custo do sistema de fixação (R\$)	3.750,00	24.000,00	14.000.000,00
Demais custos (R\$)	3.750,00	30.000,00	18.000.000,00
TOTAL (R\$)	21.359,00	188.047,00	161.147.414,00
TOTAL (R\$/Wp)	7,12	6,27	5,37

Outros valores que poderão ser utilizados como referência para o mercado brasileiro serão provenientes dos projetos da Chamada nº 013/2011 da ANEEL, à medida que os dados estiverem disponíveis.

Em nível mundial, uma pesquisa mostrada em (3), revela que os preços dos sistemas instalados podem variar de forma significativa entre diferentes países e até mesmo entre regiões de um mesmo país, como é o caso dos Estados Unidos. O tamanho do sistema também é um importante fator balizador do preço médio, conforme mostrado na Figura 4.

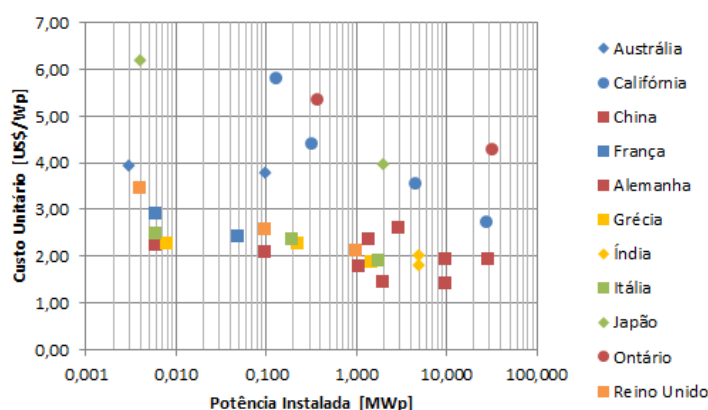


Figura 4 – Amostra de preços de sistemas fotovoltaicos. Fonte: Adaptado de (3).

Os valores partem de 1,75 US\$/Wp para uma planta de 1,1 MWp na Alemanha a 6,19 US\$/Wp para um sistema de 0,04 MWp no Japão. Chama atenção os sistemas da Alemanha, Grécia, Itália, Reino Unido e China com capacidades próximas a 1,0 MWp, os quais têm preços próximos a 2,00 US\$/Wp, valor que deve ser utilizado em comparação com a UFV-AR, feitas ressalvas em relação à diferença de maturidade dos mercados desses países com o do Brasil.

### 2.3 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DA UFV-AR

Na Figura 5, é mostrada uma divisão global dos custos do empreendimento entre serviços e equipamentos, sendo subdividida cada uma dessas parcelas. Os valores utilizados para a divisão incluem os devidos impostos. Vale salientar que as despesas dos sistemas auxiliares incluem custos com instrumentação, automação, segurança e telecomunicações. Já o sistema de potência contempla os equipamentos e as instalações elétricas de baixa tensão em corrente contínua e alternada e de média tensão.

No que se refere a serviços, os principais custos foram com as obras de construção civil e com a montagem eletromecânica, que representaram mais de 80 % desse total. Os módulos fotovoltaicos, o sistema de potência (incluindo inversores, transformadores e painéis) e as estruturas de rastreamento são os destaques dos custos com equipamentos, juntos representando mais da metade de todo o gasto para implantação da usina.

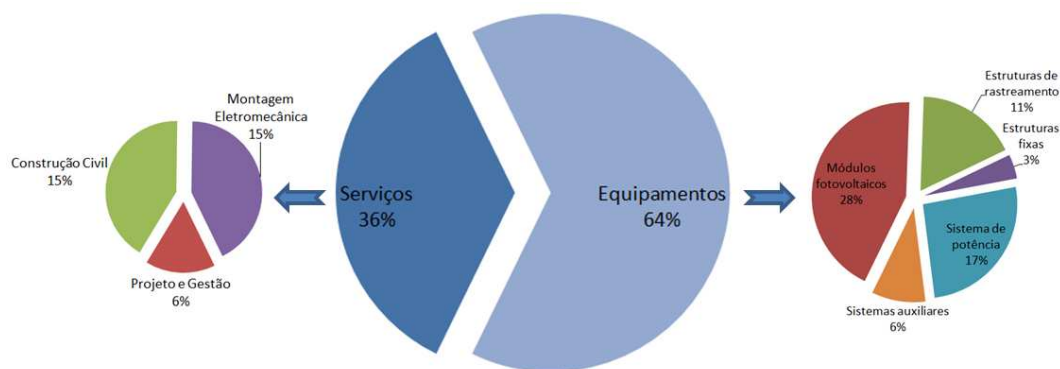


Figura 5 – Divisão global dos custos da UFV-AR entre serviços e equipamentos. Fonte: Elaboração própria.

Quando se dividem os custos por subsistemas, pode-se construir a Figura 6, na qual, os custos fixos são referentes aos equipamentos e serviços que não são exclusivos de cada um dos quatro subsistemas, como sistema de segurança, casa de controle, almoxarifado, etc.

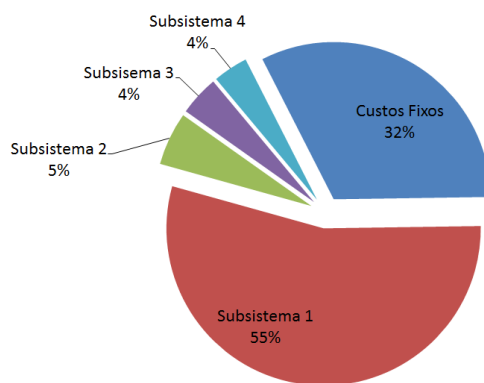


Figura 6 – Divisão global dos custos da UFV-AR entre subsistemas. Fonte: Elaboração própria.

Os valores consolidados resultam em custos de totais de implantação da UFV-AR de 6,66 R\$/Wp. Para se estimar o custo global de implantação de uma usina de 1 MWp para cada um dos tipos dos subsistemas, pode-se utilizar a metodologia do fator de escala, como a empregada em (4), e as comparações de área mostradas em (5). Feito isso, podem-se comparar os custos por unidade de potência entre si, tomando como referência a topologia do subsistema 2, e então com os custos relativos relatados em (6), conforme mostrado na Figura 7.

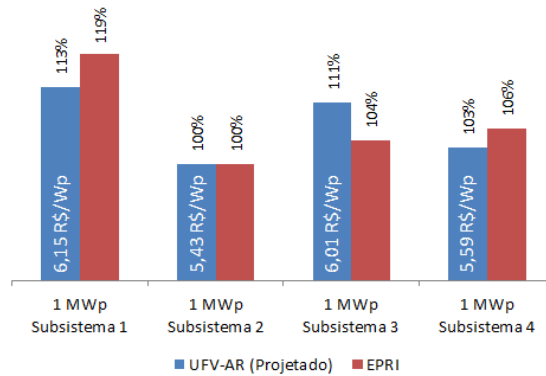


Figura 7 – Comparação entre usinas fotovoltaicas. Fonte: Elaboração própria e (6).

É importante salientar que os custos em R\$/Wp não devem ser comparados com os custos em US\$/Wp indicados em (6), uma vez que as cotações são de anos diferentes. Assim, os custos em R\$/Wp devem ser comparados entre si, para cada usina de 1 MWp, e os custos relativos em percentuais comparados entre si e com os valores indicados em (6).

Observa-se que as usinas do tipo subsistema 1 possuem um custo unitário maior que as do tipo subsistema 2, basicamente devido ao fato de que os custos das estruturas de rastreamento, cabeamento, montagem eletromecânica e obras civis serem maiores que os respectivos custos envolvidos nas estruturas fixas. Entretanto, o aumento observado pelo fator de escala utilizado foi menor que o obtido em (6). Essa diferença percentual entre as usinas do tipo subsistema 1 pode ser decorrente de que a mesma empresa construtora da UFV-AR é a mesma fabricante dos módulos de silício policristalino e dos rastreadores empregados no subsistema 1, podendo assim, ter uma redução de custo na aquisição desses materiais.

No que diz respeito às usinas do tipo subsistema 3, verifica-se que possuem um custo unitário superior às do tipo subsistema 2, podendo ser explicada principalmente pela menor eficiência dos módulos de silício amorfo e os custos diretamente envolvidos, como estruturas de suporte, montagem eletromecânica, cabeamento e obras civis, que são decorrentes do aumento necessário de área para suprir a diferença de eficiência.

Um comportamento semelhante é observado nas usinas do tipo subsistema 4, em que a tecnologia de disseleneto de cobre, índio e gálio possui eficiência menor que a de silício policristalino, mas ainda é maior que a de silício amorfo, o que resulta em custos mais próximos às usinas do tipo subsistema 2.

## 2.4 PREVISÃO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A partir de um convênio com o INPE, a Petrobras desenvolveu uma metodologia própria de geração de séries de dados de irradiância, através da qual, foram sintetizados os valores de irradiação incidente na superfície dos módulos. A irradiação total anual no plano horizontal na localidade do empreendimento é aproximadamente igual a 1.988 kWh/m<sup>2</sup>/ano.

Uma vez que a UFV-AR entrou em operação recentemente, ainda não se dispõe de dados de medição de um ano de operação contínua. Assim, a usina foi modelada no *software* PVsyst, utilizando como entrada a série sintética de irradiância desenvolvida. Com isso, os resultados apontam que a produção anual de energia elétrica seja estimada em aproximadamente 1.900 MWh/ano, conforme mostrado na Tabela 2, na qual são individualizadas as gerações por subsistemas. Vale lembrar que os valores apresentados na coluna de potência são os valores mostrados na seção 2.1.

Tabela 2 – Produção anual de energia elétrica. Fonte: Elaboração própria.

Subsistema	Tecnologia	Estrutura	Potência [MWp]	Geração [MWh/ano]
1	p-Si	Eixo Horizontal N-S	1,00	1.742
2	p-Si	Fixo Inclinado 10°N	0,05	78,6
3	a-Si	Fixo Inclinado 10°N	0,025	41,3
4	CIGS	Fixo Inclinado 10°N	0,025	39,5
<b>Total</b>				<b>1.901,4</b>

Os respectivos índices de produtividade, *performance ratio* e fator de capacidade são mostrados na Figura 8.

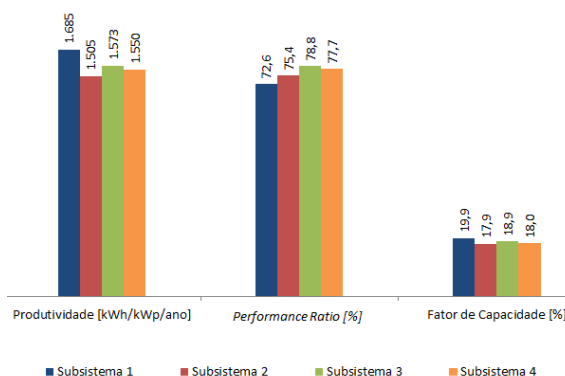


Figura 8 – Comparação elétrica dos subsistemas da UFV-AR. Fonte: Elaboração própria.

É possível observar que o subsistema 1 possui maior produtividade e maior fator de capacidade entre os quatro subsistemas, fato esse influenciado pelo uso de rastreamento. Entretanto, verifica-se que possui o menor *performance ratio*, devido a perdas por sombreamento mútuo e o aumento da irradiação incidente no plano dos módulos, ambos causados pelo rastreamento.

Quando a comparação é feita entre os três subsistemas fixos, constata-se que o subsistema 3 possui melhores indicadores de produtividade, *performance ratio* e fator de capacidade. Isso ocorre basicamente pelas menores perdas por temperatura da tecnologia de silício amorfo em relação ao silício policristalino e ao disseleneto de cobre, índio e gálio.

Vale lembrar que o fator de capacidade total estimado para a UFV-AR é aproximadamente 19,7 %.

### 3.0 - CONCLUSÃO

Nos últimos anos, a geração fotovoltaica apresenta-se como uma das fontes energéticas mais promissoras no mundo. Suas vantagens, sejam as de cunho técnico ou ambiental, despertam um grande interesse pelo tema. Apesar do grande potencial, o Brasil ainda não conseguiu traduzir sua vocação em investimentos para o setor, principalmente, devido à necessidade de elevados investimentos iniciais e ínfimos incentivos político e governamental, fazendo que a maioria dos projetos de implantação de geração centralizada não apresente viabilidade econômica.

O conteúdo aqui apresentado foi referente à análise dos custos dos componentes de uma planta de geração solar fotovoltaica, utilizando como parâmetro os valores obtidos com a implantação da Usina Fotovoltaica de Alto do Rodrigues (UFV-AR), proposto pela Petrobras em resposta à Chamada nº 013/2011 da ANEEL. Nesse sentido, foram abordados os gastos iniciais do projeto, comparando-os com valores base indicados na literatura sobre o tema.

De posse dos dados das despesas referentes a equipamentos e serviços, foi possível fazer uma verificação da composição dos custos da UFV-AR. Observou-se que os preços praticados em alguns países para usinas fotovoltaicas com potências nominais próximas a da UFV-AR são inferiores aos aqui apresentados. Entretanto, não se deve esquecer a diferença de maturidade dos mercados desses países com o do Brasil.

Constatou-se também o custo individualizado por cada um dos quatro subsistemas constituintes da usina, os quais possuem potências instaladas, tecnologias de módulos e estruturas de montagem diferentes entre si. Dessa maneira, estimou-se o custo por unidade de potência de para cada um deles, utilizando a metodologia de fator de escala. Verificou-se satisfatoriamente a coerência dos aumentos de custos em relação ao subsistema 2, que foi tomado como referência por ser o mais comumente utilizado. Os acréscimos observados dizem respeito basicamente ao aumento da necessidade de serviços, como montagem eletromecânica e obras civis, e de materiais, como estruturas metálicas e cabeamento, decorrentes do aumento de área necessária para instalação, no caso dos demais subsistemas. No caso específico do subsistema 1, além das relatadas, incluem-se despesas com sistemas de rastreamento, como estruturas metálicas mais robustas e motores.

Verificaram-se também as relações percentuais dos custos desses subsistemas com estudos apresentados na literatura, observando algumas diferenças. É importante lembrar que os preços dos sistemas fotovoltaicos podem

variar significativamente entre diferentes países e até mesmo entre regiões de um mesmo país. O tamanho do sistema também é um importante fator balizador do preço médio.

Os resultados aqui apresentados devem ser confrontados com os dados de medição após a conclusão de um ano de operação contínua da usina, esperando-se, portanto, que isso seja objeto de estudos futuros. Assim, pode-se obter o custo real da energia produzida e, com os dados das despesas com o investimento, comprovar a economicidade e viabilidade de cada um dos subsistemas, sendo possível fazer inferências para usinas de maior porte.

Os resultados dos custos de energia aliados aos detalhamentos dos custos dos componentes, sejam eles importados ou produzidos nacionalmente, e de serviços envolvidos, mostram-se importantes para verificar em quais pontos da cadeia de valor há maiores gargalos, quais suas causas e propor alternativas para estimular a inserção da geração fotovoltaica na matriz energética brasileira.

#### 4.0 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- (1) GOOGLE. Google Maps. Google Maps, 2014. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/>>.
- (2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira. ABINEE, São Paulo, 2012. Disponível em: <[www.abinee.org.br/](http://www.abinee.org.br/)>.
- (3) SOLARBUZZ. Marketbuzz 2013. [S.l.]. 2013.
- (4) WOILER, S.; MATHIAS, W. F. Projetos: planejamento, elaboração, análise. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- (5) ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE. Engineering and economic evaluation of central-station solar photovoltaic power plants. Palo Alto, CA: EPRI, v. 1025005, 2012.
- (6) ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE. Renewable energy technology guide: 2012. Palo Alto, CA: EPRI, v. 1023993, 2011.

## 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



**Luiz Fernando Almeida Fontenele** nasceu em Fortaleza/CE em 1987. Graduiu-se em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Ceará (UFC) em 2010, recebendo distinção acadêmica *Magna Cum Laude*. Atualmente, desenvolve atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em energia renováveis, especialmente energia solar fotovoltaica, como Engenheiro de Equipamentos, no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes), na Petrobras.



**Hugo Tavares Vieira Gouveia** nasceu em Cabo de Santo Agostinho/PE em 1983. Possui graduação (2008), mestrado (2011), e doutorado (em andamento) em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Recebeu o título de Especialista em Equipamentos Elétricos Aplicados à Indústria do Petróleo e Gás pela Universidade Petrobras. Possui conhecimento em Energias Renováveis, especificamente em Energia Eólica e Energia Solar Fotovoltaica. É engenheiro de equipamentos da Petrobras desde 2010 e trabalha no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (Cenpes). Atua em energia eólica e solar fotovoltaica.



**Rodrigo Guido Araújo** nasceu em Caratinga/MG em 1967. É bacharel e mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. É engenheiro de equipamentos da Petrobras e trabalha no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes). Atua em energia solar fotovoltaica, tendo participado de diversos projetos cobrindo praticamente toda a cadeia de valor dessa tecnologia.



**Cleber Onofre Inacio** nasceu em Tubarão/SC em 1984. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006) e atualmente é aluno de mestrado em Engenharia Elétrica da COPPE/UFRJ. Desde 2008 é empregado da Petrobras no cargo de Engenheiro de Equipamentos. Atualmente desenvolve atividades de pesquisa e desenvolvimentos em projetos da área de geração de energia no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes).



**Paulo Henrique Fernandes Ferreira** nasceu em São Borja/RS em 1972. Entre os anos de 1993 e primeiro semestre de 1997 cursou a graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal do RGS. No início de 1998, com a classificação de primeiro lugar do processo seletivo, ingressou e terminou no curso de Mestrado (stricto sensu) em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, nesta mesma universidade. Depois, também fez especializações (lato sensu) nas áreas de Engenharia de Segurança, Soluções Ambientais para Pólos Petroquímicos e Gestão de Portifólio, Programas e Projetos (MBA). Atualmente, desenvolve atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), como Engenheiro de Meio Ambiente, em energia solar, no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes), na Petrobras.