

ENERGIA FOTOVOLTAICA EM TELECOMUNICAÇÕES

Bruno kazuishi Tashiro

Graduando em Engenharia Elétrica,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Sara Komatsu da Silva

Graduanda em Engenharia Elétrica,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Vinícius Belisário Previatto

Graduando em Engenharia Elétrica,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Gisele Aparecida de Souza

Física – UNESP; Mestre e Doutora em Ciência dos Materiais – UNESP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Weslin Keven Savaris

Engenheiro Eletricista – UNESP; Mestrando em Engenharia Elétrica – UNESP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

Diante do aumento do consumo de energia a nível mundial, a energia solar fotovoltaica se torna uma excelente alternativa para suprir a necessidade da população. São inúmeras as vantagens da utilização desta energia, e entre elas se destacam: as centrais necessitam de manutenção mínima, não há poluição durante seu uso, os painéis solares estão cada a cada dia mais potentes ao mesmo tempo que seu custo vem decaindo, tornando-a uma solução economicamente viável, em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética sua utilização ajuda a diminuir a procura energética nestes e conseqüentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão. Desta forma, este trabalho tem por objetivo a apresentação de um sistema fotovoltaico *off-grid*, elencando a forma de instalação, os materiais necessários, o custo e a viabilidade do projeto, bem como os benefícios e vantagens que o uso desse tipo de energia traz a população em geral.

PALAVRAS-CHAVE: fontes renováveis; energia solar; energia fotovoltaica.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de energia elétrica teve seu início na Revolução Industrial, tendo sua fonte primária, os combustíveis fósseis, como petróleo e carvão. Desde então, as variações para produção de energia assumiram as mais diversas formas, como a partir da água, dos ventos e até mesmo solar (CORREIA, 2015).

No Brasil, 70% da fonte de eletricidade são de hidroelétricas, o que conseqüentemente, têm-se a necessidade de um fluxo frequente de chuvas, mas

infelizmente os desafios quanto à demanda da chuva são grandes (SEBRAE, 2017). Complementando essa ideia, Gore (2010, p. 32) dispõe que “a civilização humana e o ecossistema terrestre estão entrando em choque, e a crise climática é a manifestação mais proeminente, destrutiva e ameaçadora desse embate”. Assim, a busca pela utilização de meios renováveis, o que tem se tornando mais frequente no país, são melhores aplicáveis e geram menos gastos e maior facilidade de expansão (CORREIA, 2015; NASCIMENTO, 2017).

Quanto às práticas sustentáveis, há a necessidade de considerar o Acordo de Paris na COP 21 de 2015, em que o Brasil assumiu a responsabilidade de diminuição de emissões de gases de efeito estufa (NASCIMENTO, 2017). Dessa maneira, considerar as energias renováveis se torna ferramenta essencial para a proteção do meio ambiente e para produção de energia mais pura. Assim, a utilização solar como fonte de energia surge como opção sustentável, sendo que a partir do mesmo tem-se a facilidade de transformação através da energia fotovoltaica (ANGELIS-DIMAKIS et al., 2011).

Atualmente, a célula solar mais empregada é o silício; cerca de 80% da produção é a partir deste elemento químico (ANGELIS-DIMAKIS et al., 2011; NASCIMENTO, 2017; SILVA, 2015). Assim, a energia fotovoltaica atua como energia sustentável de melhor aplicação para a produção de energia elétrica, e pode ser considerada para os serviços de telecomunicação. A energia fotovoltaica pode ser utilizada para intensificar os meios de comunicação e transformá-los positivamente, ou seja, aplicar a energia solar para que os serviços de comunicação sejam sustentáveis, além de melhorar a propagação dos sinais de telecomunicação, de forma que haja menos interferências e aprimoramento desse sinal.

São considerados materiais de estudo e coletas de informações artigos, dissertações e dados acerca do tema aqui proposto. Dessa forma, as informações serão trabalhadas de forma a colaborar com a aplicação do tema proposto, considerando sempre a energia fotovoltaica como essencial e aplicável nas telecomunicações.

1.1 Fontes de Energia Renováveis

Atualmente, diante da crescente demanda por energia, tornou-se necessário

intensificar a busca por fontes de energias alternativas, principalmente sustentáveis. Dessa forma, as fontes de energia renovável fornecem apenas uma fração da energia ao se comparar com a energia fornecida pelas grandes centrais. Entre as fontes de energia renováveis, ganham destaque: a energia eólica – trata-se de captação da energia cinética do vento, essa captação se dá através dos aerogeradores eólicos, cujo principal objetivo é aumentar o aproveitamento do vento para geração de eletricidade; a biomassa – trata-se de insumo renovável proveniente de matéria orgânica produzida em um ecossistema (animal ou vegetal), podendo ser utilizada na produção de energia elétrica; e a energia solar – a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluídos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica. Na busca do aproveitamento direto, diversas tecnologias têm sido estudadas para a conversão térmica e a conversão fotovoltaica (ANEEL, 2008; EDUARDO; MOREIRA, 2010; MONTEIRO; FERREIRA; SANTOS, 2013).

1.1.1 Energia Fotovoltaica

Segundo Li et al. (2012) e Sidawi et al. (2011), a tecnologia fotovoltaica tem se apresentado como promissora, o efeito fotovoltaico ocorre por meio da conversão direta da luz solar em energia elétrica, para isso são utilizadas células solares que de acordo com CARVALHO et al. (2004, p. 377), “Células solares são dispositivos capazes de transformar a energia luminosa, proveniente do sol ou de outra fonte de luz, em energia elétrica”.

A energia solar fotovoltaica é abundante em toda a superfície terrestre, e comparada na escala de tempo humano, sua condição é de inesgotável, razão pela qual, seu uso se tornou crescente em diversos países. Até 2040, tem-se a expectativa de que a mesma se torne a fonte de energia renovável mais importante em escala mundial (VERMA; MIDTGARD; SATRE, 2011; BRITO et al., 2011).

O silício (Si) é o principal material na fabricação das células fotovoltaicas (FV), e sua condição é de segundo elemento químico mais abundante na terra, sendo explorado em diversas formas, como cristalino, policristalino e amorfo.

Para a aplicação da produção de células FV, são utilizadas três tecnologias,

que são classificadas de acordo com seu material e suas características. A primeira é composta por silício cristalino (c-Si), subdividindo-se em silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), que representam 85% do mercado, devido sua eficiência, confiança e consolidação no mercado. A segunda é dividida em três cadeias: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe) (CEMIG, 2012; CEPEL; CRESESB, 2014).

O Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) define a terceira como:

Células que permitem uma utilização mais eficiente da luz solar que as células baseadas em um único band-gap eletrônico. De forma geral, a terceira geração deve ser altamente eficiente, possuir baixo custo/watt e utilizar materiais abundantes e de baixa toxicidade (IEEE, 2014, p. 139).

Varella, Gomes e Januzzi (2009) apresentam como oportunidades para o uso de energia solar fotovoltaica: o Brasil possui extensas reservas de quartzo para a produção de silício; possui também grande potencial solar, viabilizando qualquer projeto; projetos voltados para a fabricação e análise de desempenho de células solares são desenvolvidos por universidades brasileiras; o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) possui certificações que servem de apoio para a indústria de módulos, inversores e baterias. Em contra partida, o autores destacam algumas dificuldades: para a produção de energia solar fotovoltaica se tem como requisito principal domínio tecnológico necessário em toda a cadeia produtiva; devido ao burocrático processo de importação dos insumos e produtos químicos necessários na produção, o ciclo de desenvolvimento de produtos se torna atrasado; comparado aos países de Primeiro Mundo, o Brasil se encontra atrasado cerca de 20 anos no que se refere ao domínio de tecnologias; para o melhor desenvolvimento na produção de energia solar fotovoltaica, é necessário maior integração entre os centros de pesquisa e as empresas (VARELLA; GOMES; JANUZZI, 2009).

1.1.1.1 Histórico da Energia Fotovoltaica

O conhecimento do efeito fotovoltaico remonta ao ano de 1839, quando Edmund Becquerel, um filósofo naturalista experimental francês, demonstrou a possibilidade de conversão da radiação luminosa em energia elétrica ao testar dois

eletrodos de metal em uma solução aquosa. Em sequência, Willoughby Smith descobriu fotocondutividade em 1873 e, em 1876, esse mesmo efeito fora observado por Adams e Day, na Inglaterra. No ano de 1883 surgiu a primeira célula solar produzida com selênio, apresentando uma eficiência de conversão de aproximadamente 1% (FADIGAS, 2000; GINLEY; CAHEN, 2012).

Na década de 1930, foram apresentadas demonstrações importantes dos processos fotoelétricos e alguns avanços foram alcançados, com a atuação de pioneiros como Lange, Grondahl e Schottkl. Einstein apresentou uma explicação de grande importância para o efeito fotoelétrico e o desenvolvimento de células fotoelétricas com base em junções de óxido de cobre. Em 1941, fora obtida a primeira fotocélula de silício monocrystalino por Ohl. No ano de 1949, Billing e Plessnar realizam a medição da eficiência de fotocélulas de silício cristalino, ao mesmo, Shockely divulga sua teoria da junção P-N de Shockely. Já em 1954, fora apresentada com base nos relatos de Reynolds *et al.* e no trabalho de Chapin, Fuller e Pearson, a primeira célula moderna de silício com eficiência de 4,5%. Em 1955, surge a indústria espacial e sua necessidade energética para aeronaves, dessa forma a *Western Electric* e *Hoffman Electronics* se tornou fornecedora de células, sendo este principal uso das mesmas e durou até o final da década de 70 (FADIGAS, 2000; GINLEY; CAHEN, 2012).

Em 1959, foi reportado pela *Hoffman Electronics* células de silício com eficiência superior a 10%, tais células fizeram parte do lançamento do satélite *Vanguard* e mantiveram seu funcionamento por oito anos. Houve um grande aumento no tamanho das matrizes, tanto via terrestre, quanto para aplicações espaciais, da década de 60 os tamanhos não ultrapassavam de 1 kWp, no entanto na década de 80 os tamanhos alcançaram 100 kWp e, chegando a marca de 9,3 MWp na produção mundial de fotovoltaico em 1982. Nesta mesma década o uso terrestre supera o uso espacial. O crescimento no uso de células fotovoltaicas conduziu ao desenvolvimento de outros sistemas, como Si amorfo, células concentradoras III-V e células Cu (InGa) e CdTe incorporando CdS, que em 2009 apresentou uma produção global de mais de 11 GWp, inovações que permitem o aumento da eficiência de conversão de energia das fotocélulas (FADIGAS, 2000; GINLEY; CAHEN, 2012).

Atualmente, diante da possibilidade de controle dos materiais em nano escala, começaram a vir à tona, conceitos como as chamadas *dye cell*, células solares de baixo custo, com base em um semicondutor formado entre um anodo fotossensibilizado e um eletrólito, em um sistema fotoeletroquímico e as células orgânicas, células compostas por eletrodos impressos em polímeros, são maleáveis, transparentes, de baixo custo e apresentam a possibilidade de reciclagem após o uso (GINLEY; CAHEN, 2012).

1.1.2 Aplicação da Energia Fotovoltaica em Telecomunicações

As redes de telecomunicações são compostas por estações repetidoras de micro-ondas, representando uma das mais antigas formas de tecnologia no país. A disseminação da energia para telecomunicações é algo que não pode falhar, precisa coordenar processos de qualidade que garantam energia para processos de telecomunicações até mesmo nos lugares mais isolados (FRAIDENRAICH, 2000).

A energia fotovoltaica está em diversos meios de propagação de energia para telecomunicações, como estações fixas, estações móveis, satélites e telefonia.

As estações de telecomunicações são transmitidas para pontos elevados e de fácil acesso, necessitando de um perfil de qualidade satisfatório, o que leva a construção de sistemas de distribuição ligados ao sistema elétrico da região. Todavia, esse processo não é tão eficaz assim, comprometendo a qualidade uma vez que se tem a transmissão de distúrbios causados por descargas atmosféricas. Como complemento ao sistema fixo, podem estar ligadas duas ou mais fontes à fonte solar, podendo ser motogerados, sendo a gás, diesel, gasolina, álcool e até óleos vegetais; além de aerogeradores (OGURA; GUERRA JUNIOR, 2004).

As instalações de estações fixas dependem de uma série de análises para se considerar a sua viabilidade, carga, autonomia, nível de confiabilidade e condições locais suficientes para a instalação. Assim, a caracterização das estações fixas, os módulos que as compõem e os geradores de energia são responsáveis por encaminhar a energia gerada para um determinado centro de controle e para um centro de carga, local para armazenamento da energia em bancos de baterias, podendo ser usadas em corrente contínua e em corrente alternada (FARIAS, 2002; OGURA; GUERRA JUNIOR, 2004).

As estações móveis diferem das estações fixas porque necessitam de um veículo para que o processo seja elaborado, utilizando o motor do próprio veículo, o que leva a um sistema híbrido, mas, uma vez tendo o motor desligado, o equipamento de telecomunicações começa a consumir a energia armazenada nas baterias, onde, dessa forma, o sistema fotovoltaico realiza a manutenção das baterias, mantendo-as sempre carregadas (OGURA; GUERRA JUNIOR, 2004).

Os satélites utilizando energia fotovoltaica são os mais sofisticados, utilizando células fotovoltaicas mais eficientes, como o arsenieto de gálio, uma vez que oferece certas taxas de eficiência melhores ao silício, utilizado em outros meios. Todavia, o arsênio e o gálio, componentes do arsenieto de gálio não são encontrados em abundância na natureza e apresentam custos elevados, o que gera procedimentos difíceis de serem postos para comercialização (PALZ, 1981).

A utilização da energia fotovoltaica na telefonia está associada aos locais de difícil acesso e também em comunidades isoladas, principalmente quando não se tem uso de energia elétrica, o que anula qualquer tipo de comunicação. Dessa forma, a energia fotovoltaica é aplicada a telefones públicos através de placas acopladas que favorecem a interceptação da energia fotovoltaica (OGURA, GUERRA JUNIOR, 2004; PALZ, 1981).

2 OBJETIVOS

Este artigo tem como objetivo implementar a instalação da energia fotovoltaica como fonte primária para utilização nos meios de comunicação a fim de melhorar e intensificar o sinal, apresentando uma opção sustentável para adaptação dos meios de telecomunicação, a forma como o mesmo se instala, os materiais necessários, seu custo e viabilidade para colocar em funcionamento um sistema fotovoltaico *off-grid*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo se tratou de uma pesquisa exploratória aplicada – segundo Boente e Braga (2004) a mesma se baseia em investigar um objeto de estudo, sendo aplicada de forma prática na solução de problemas.

Tratou-se de um projeto para a instalação de um sistema fotovoltaico *off-grid* na cidade de Uiramutã, município situado no nordeste do estado de Roraima,

aplicado em 60 casas, onde não há energia elétrica. Este modelo possui componentes que funcionam de forma a captar a energia solar e convertê-la em eletricidade. A energia produzida pode ser utilizada para abastecimento da rede elétrica em larga e pequena escala. Este projeto foi desenvolvido para utilização doméstica (escala menor), estabelecendo troca de informações entre dois ou mais pontos, para tanto se fez uso dos seguintes equipamentos, (1) antena primária (alimentada por energia elétrica); (2) antena *airfiber* (alimentada por energia solar); (3) painel solar fotovoltaico; (4) inversor fotovoltaico; (5) controlador de carga solar; (6) bateria estacionária; (7) antena omni *wireless* e (8) antena receptora geral.

Inicialmente, se estabeleceu a rede de ponto a ponto onde se realizariam as trocas de dados, em seguida foi estabelecida uma antena que abrangesse essa necessidade de distância entre as antenas de transmissão, com a antena estabelecida e os aparelhos necessários à troca de comunicação foi calculado o consumo de potência tanto da antena quanto dos aparelhos que seriam alimentados (Equação 1). Com base no consumo de potência, calculou-se a quantidade de placas necessárias a suprir a necessidade de energia (Equações 2; 3), bem como a quantidade de baterias necessárias para o armazenamento (Equação 4; 5). Foi considerado também para a base de cálculo que a potência do inversor maior que a potência consumida por kw/h, considerando todos os aparelhos ligados.

$$P(kW) = \sum_1^n \frac{V \times I}{\text{fator de potência}} \quad (1)$$

Sendo:

$P(kW)$ = Potência total em kW, resultante da soma das cargas individuais.

V: Tensão da carga

I: Corrente da carga

$$\text{Potência por placa em kw/dia} = \frac{\text{potência da placa} \cdot \text{tempo de produção da placa/dia}}{1000} \quad (2)$$

$$\text{Número de placas} = \frac{\text{Potência consumida/dia}}{\text{Potência por placa/dia}} \quad (3)$$

$$\text{Potência da bateria em kw/h} = \frac{V \cdot I}{1000} \quad (4)$$

Sendo:

V: Tensão de saída

I: Corrente fornecida em A/h

$$\text{Número de baterias} = \frac{\text{Potência consumida/dia} \cdot 2}{\text{Potência da bateria}} \quad (5)$$

Sendo:

2 = dois dias de autonomia

No projeto elaborado, a antena primária ficou a uma distância de 50 a 100km da antena *Airfiber*, a transmissão do sinal desta para a antena Omnidimensional, permite que esta alimente até 60 casas.

Para melhor compreensão do projeto, que visa à troca de dados mesmo em regiões onde não há acesso à internet, a casa receptora do sinal da antena *Airfiber* analisada conta com os seguintes aparelhos: (1) roteador (equipamento utilizado na conexão de diferentes redes de computadores entre si); (2) telefone celular (equipamento móvel de comunicação por ondas eletromagnéticas que permite a transmissão e recepção de voz e dados utilizáveis); (3) modem (equipamento utilizado na informática para converter os sinais digitais em sinais analógicos e vice-versa, de modo a poderem ser transmitidos de forma inteligível); (4) estabilizador (equipamento que corrige a tensão da rede elétrica recebida da concessionária, possibilitando um fornecimento de energia estável e seguro aos equipamentos); (5) lâmpada Led (componente eletrônico que emite luz através de eletroluminescência, transformando energia elétrica em radiação visível, comparada às convencionais, as lâmpadas de Led são mais eficientes, duráveis e econômicas) e (6) antena receptora (equipamento externo responsável pela recepção do sinal wireless) (Tabela 1).

Tabela 1. Consumo de Potência da Casa

APARELHOS	DADOS DO FABRICANTE DO PRODUTO	POTÊNCIA NECESSÁRIA AO MÊS	POTÊNCIA NECESSÁRIA AO DIA
Roteador	5W	3,6 kWh/mês	0,12 kWh/dia
Celular	10W	1,2 kWh/mês	0,04 kWh/dia
Notebook	120W	14,4 kWh/mês	0,48 kWh/dia
Modem	9W	6,48 kWh/mês	0,216 kWh/dia
Estabilizador	5,6W	4,032 kWh/mês	0,134 kWh/dia
3 Lâmpadas Led	36W (12W cada)	7,20 kWh/mês	0,22 kWh/dia
Antena Receptora	10W	7,20 kWh/mês	0,24 kWh/dia
TOTAL DA POTÊNCIA UTILIZADA		CONSUMO TOTAL AO MÊS	CONSUMO TOTAL DIÁRIO
195 Watts		44,11 kWh/mês	1,47 kWh/dia

Fonte: Elaborado pelos autores.

A potência necessária ao mês foi calculada através da equação:

$$P_{nesc}(kw) = \frac{P_{aparelho.t.30}}{1000} \quad (6)$$

Sendo:

Paparelho: a potência do aparelho

T: tempo de uso dia

30: 30 dias (1 mês)

A potência necessária ao dia foi calculada através da equação:

$$P_{nesc}(kw) = \frac{P_{kw}(mês)}{30} \quad (7)$$

Sendo:

Pkw (mês): potência necessária ao mês

30: 30 dias

Para pôr em prática a instalação do sistema fotovoltaico, primeiro foi necessário o dimensionamento, na parte estipulada de consumo para uma casa simples, foi realizado o cálculo de potência consumida e com o resultado disso as placas, a bateria estacionária e os elementos de controle de tensão, o inversor para alimentação da casa, foram dimensionados.

Junto a isso tem o cálculo de condutores, tomadas soquetes, no entanto esse cálculo só pode ser obtido quando a planta elétrica da casa for realizada, pois esta é feita de acordo com o posicionamento dos elementos que o consumidor quer dentro da casa.

Após isso, a fonte de energia solar *off-grid* foi implementada, o que possibilitou o uso dos aparelhos eletrônicos que dependem de energia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 2. Orçamento por casa.

PRODUTOS	QUANTIDADE	VALOR POR UNIDADE (média nacional)	VALOR TOTAL
Placa Solar (150W)	3	R\$ 389,00	R\$ 1.167,00
Controlador de Carga 10A	3	R\$ 65,00	R\$ 195,00
Inversor (400W)	1	R\$ 176,00	R\$ 176,00
Bateria Estacionária (220Ah)	1	R\$ 1.159,00	R\$ 1.159,00
TOTAL DE GASTOS			R\$ 2.697,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Para o cálculo de equipamentos necessários da alimentação de cada casa, levou-se em consideração o total da potência necessária para alimentar cada uma

acrescido de 20% para carregamento de bateria e possíveis perdas. Na alimentação de cada casa foram utilizadas 3 placas solares com 150 W cada, para cada placa foi utilizado um controlador de carga de 10 A (12/24 v). Para o circuito geral foi utilizado um inversor de 400 W 12 v/127 v e uma bateria estacionária de 220 Ah (Tabela 2).

Para a instalação da antena *airfiber* foram utilizadas duas placas solares de 150 W, dois controladores de carga de 10 A (12/24 v), um inversor de 400 W 12 v/127 v e uma bateria de 170 Ah (Tabela 3).

Tabela 3. Orçamento antena *airfiber*.

PRODUTOS	QUANTIDADE	VALOR POR UNIDADE (média nacional)	VALOR TOTAL
Placa Solar (150W)	2	R\$ 389,00	R\$ 778,00
Controlador de Carga 10A	2	R\$ 65,00	R\$ 130,00
Inversor (400W)	1	R\$ 176,00	R\$ 176,00
Bateria Estacionária (170Ah)	1	R\$ 884,90	R\$ 884,90
Antena Airfiber	2	R\$ 6.909,00	R\$ 13.818,00
TOTAL DE GASTOS			R\$ 15.786,90

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com o uso das baterias, todo o sistema foi sustentado por até dois dias na ausência de luz solar.

Tabela 4. Orçamento da Antena Receptora Geral

PRODUTOS	QUANTIDADE	VALOR POR UNIDADE (média nacional)	VALOR TOTAL
Placa Solar (150 W)	5	R\$ 389,00	R\$ 1.945,00
Controlador de Carga 10 A	5	R\$ 65,00	R\$ 325,00
Inversor (400 W)	1	R\$ 176,00	R\$ 176,00
Bateria Estacionária (220Ah)	2	R\$ 1.159,00	R\$ 2.318,00
TOTAL DE GASTOS			R\$ 4.764,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

No projeto, a antena receptora geral foi instalada no centro da cidade, sendo necessárias para sua instalação cinco painéis de 150 W, um controlador de carga de 10 A (12/24 v), um inversor de 400 W 12 v/127 v e duas baterias estacionárias de 220 Ah. Para o cálculo dos equipamentos necessários, levou-se em consideração para uma antena de 100 W, o consumo diário de 2,4 kWh/dia, o consumo mensal de 86 kwh/mês (72 kWh+20%), e a produção e 19,35 kWh/mês por painel solar (Tabela 4).

O gasto total para instalação do projeto se resume na Tabela 5.

Tabela 5. Custo Final do Projeto.

PRODUTOS	QUANTIDADE	VALOR POR UNIDADE (média nacional)	VALOR TOTAL
Placa Solar (150W)	187	R\$ 389,00	R\$ 72.743,00
Controlador de Carga 10A	187	R\$ 65,00	R\$ 12.155,00
Inversor (400W)	62	R\$ 176,00	R\$ 10.912,00
Bateria Estacionária (220Ah)	62	R\$ 1.159,00	R\$ 71.858,00
Bateria Estacionária (170Ah)	1	R\$ 884,90	R\$ 884,90
Antena omni	1	R\$ 148,99	R\$ 148,99
Antena airfiber	2	R\$ 6.909,00	R\$ 13.818,00
TOTAL DE GASTOS			R\$ 182.519,89

Fonte: Elaborado pelos autores.

O projeto apresentou resultados como a viabilidade de implementação, apesar do elevado custo para a mesma que deve ser considerado pelo fornecedor do sinal, além dos valores de venda e quantidade de clientes, no entanto não foi possível apresentar dados que demonstrassem uma diminuição do consumo de energia da concessionária por parte dos consumidores, pois o local de implementação não possui energia elétrica local.

5 CONCLUSÃO

Através do presente estudo, percebe-se que a energia fotovoltaica aparece como substituinte nos casos mais extremos da comunicação, uma vez que favorece os processos de telecomunicação até mesmo em locais inacessíveis, bem como em comunidades dadas como isoladas.

A energia fotovoltaica é uma substituta para as fontes tradicionais, uma vez que a utilização do sol não interfere diretamente na fonte, não há torna limitada, gerando assim fontes de energia mais duradouras e que servem para armazenamento de baterias carregáveis que auxiliam nos meios de telecomunicação, principalmente no móvel, que utiliza as placas fotovoltaicas para conseguir recarregar as baterias utilizadas quando não há funcionamento do motor do veículo.

Dessa maneira, a energia fotovoltaica é essencial para sua utilização nos meios de telecomunicações, principalmente considerando a transmissão para pontos mais afastados e que não há energia elétrica.

REFERÊNCIAS

ANGELIS-DIMAKIS, A.; BIBERACHER, M.; DOMINGUEZ, J.; FIORESE, G.; GADOCHA, S.; GNANSOUNOU, E.; GUARISO, G.; KARTALIDIS, A.; PANICHELLI, L.; PINEDO, I.; ROBBA, M. Methods and tools to evaluate the availability of renewable energy sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Golden, v. 15, n. 2, p. 1182-1200, 2011.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. 3. Ed. – Brasília: ANEEL, 2008.

BOENTE, A.; BRAGA, G. Metodologia científica contemporânea. Rio de Janeiro: Brasport, 2004.

BRASIL, Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Encadeamento produtivo: energia fotovoltaica. 2017.

BRITO, M. A. G.; SAMPAIO, L. P.; JUNIOR, L. G.; CANESIN, C. A. Research on photovoltaics: review, trends and perspectives. In: *Brazilian Power Electronics Conference (COBEP)*. p. 531-537, 2011.

CARVALHO, P. C. M.; RIFFEL, D. B.; FREIRE, C.; MONTENEGRO, F. F. D. The Brazilian experience with a photovoltaic powered reverse osmosis plant. *Progress in Photovoltaics: Research and Application*, Sydney, v. 12, n. 5, p. 373-385, 2004, p. 377.

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Alternativas Energéticas: uma visão Cemig. Belo Horizonte: CEMIG, 2012.

CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA; CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014.

CORREIA, M. J. C. Sistemas de bombagem de água utilizando energia solar fotovoltaica. Mestrado em Engenharia Mecânica pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2015.

EDUARDO, C.; MOREIRA, S. Fontes alternativas de energia renovável, que possibilitam a prevenção do meio ambiente. *Revista de Divulgação do Projeto Universidade PETROBRAS/IF Fluminense*, v. 1, p. 397-402, 2010.

FADIGAS, E. A. F. A. Energia Solar Fotovoltaica: fundamentos, conversão e

viabilidade técnico-econômica. GEPEA, São Paulo, 2000.

FARIAS, R. Energia elétrica para telecomunicações a partir de células fotovoltaicas. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Engenharia elétrica) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2002.

FRAIDENRAICH, N. Tecnologia Solar no Brasil. Os próximos 20 anos. Pernambuco, [ca. 2000]. Disponível em: <http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper_Fraidenraich.pdf>. Acesso em: mai. 2018.

GINLEY, S., CAHEN, D., Fundamentals of Materials for Energy and Environmental Sustainability. 1 ed. New York, Cambridge University Press, 2012.

GORE, A. Nossa escolha: um plano para solucionar a crise climática. Barueri, SP: Manole, 2010, p. 32.

IEEE - INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICOS. Energia solar fotovoltaica de terceira geração. 2014, p. 139. Disponível em: <<http://www.ieee.org.br/wpcontent/uploads/2014/05/energia-solar-fotovoltaica-terceira-geracao.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

LI, D. H. W.; CHEUNG, K. L.; LAM, T. N. T.; CHAN, W. W. H. A study of grid-connected photovoltaic (PV) system in Hong Kong. Applied Energy, Västerås, v. 90, n. 1, p. 122-127, 2012.

MONTEIRO, M.; FERREIRA, M.; SANTOS, D. Energia da Biomassa. Revista de Divulgação do Projeto Universidade PETROBRAS/IF Fluminense, v. 3, 2013.

NASCIMENTO, R. L. Energia solar no Brasil: situação e perspectivas. Estudo técnico. Câmara dos Deputados, 2017.

OGURA, M. I.; GUERRA JUNIOR, P. Alimentação de Sistemas de Telecomunicações Através da Energia Solar. Revista Mackenzie On-Line de Engenharia, São Paulo, 2004. Disponível em: <www.mackenzie.com.br/universidade/engenharia/textos/alimentacao_telecomunicacoes.pdf>. Acesso em: mai. 2018.

PALZ, W. Energia solar e fontes alternativas. São Paulo: Hemus, 1981.
SIDAWI, J.; ABOUD, N.; JELIAN, G.; HABCHI, R.; ELTAHCHI, M.; SALAME, C. Electrical properties in photovoltaic solar modules. Microelectronics International, Southampton, v. 28, n. 1, p. 12-16, 2011.

SILVA, R. M. Energia Solar: dos incentivos aos desafios. Texto para discussão nº

166. Brasília. Senado Federal, 2015.

VARELLA, F.; GOMES, R. D. M.; JANUZZI, G. M. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil: panorama da atual legislação. Campinas: International Energy Initiative, 2009. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/RELATORIO_PROJETO_2_FINAL.pdf>. Acesso em: mai. 2018.

VERMA, D.; MIDTGARD, O. M.; SATRE, T. O. Review of photovoltaic status in a European (EU) perspective. In: 37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC). p. 3292-3297, 2011.