

# **ENERGIA SOLAR EM RESIDÊNCIA: microusinas de energia solar como fonte de energia elétrica para residências no município de Lambari, MG**

João Antônio do Espírito Santo Pereira<sup>1\*</sup>

Geisla Ap. Maia Gomes

## **RESUMO**

Este trabalho analisa a implantação de uma microusinas de energia solar para atender inicialmente 10 residências em um bairro no município de Lambari, MG. Tal abordagem se faz necessária para verificar a viabilidade da construção da microusinas, com objetivo de trazer a população da cidade uma nova fonte de energia e reduzir a conta de energia elétrica. Este intento será conseguido através do estudo da posição geográfica do município e cálculos para implantação do sistema. Serão analisadas as contas antigas e será feita uma projeção para as contas futuras mostrando a economia em se obter o sistema fotovoltaico.

**Palavras-chave:** microusinas. energia. fotovoltaica. energia solar.

## **1 INTRODUÇÃO**

Atualmente com o custo elevado da energia elétrica fornecida pelas concessionárias e os impactos ambientais causados pela sua produção, faz-se necessário obter novas fontes de energia. Sendo assim, buscou-se na energia fotovoltaica uma fonte de energia limpa e renovável. Além destes motivos, a energia solar permite a população gerar sua própria energia através de painéis fotovoltaicos, possibilitando economia financeira na conta de energia elétrica, podendo ainda obter lucros com a energia excedente.

O presente trabalho trata da comparação da produção independente de energia solar de 10 residências e a implantação de uma microusinas para atender a demanda das mesmas na

---

<sup>1\*</sup> Breve currículo do autor (formação acadêmica (Engenharia Civil, Centro Universitário do Sul de Minas). joaoantonioespereira199435@yahoo.com.

cidade de Lambari estado de Minas Gerais. Sendo assim, a pesquisa foi direcionada pelo seguinte questionamento: É viável a construção de uma microusinha de energia solar para atender a demanda de 10 residências?

Tal abordagem se faz necessária, pois com o investimento inicial alto, se a implantação da microusinha será mais viável economicamente à população. Um dos maiores obstáculos para implantação do sistema fotovoltaico é a falta de informação por parte dos consumidores e a falta de uma política de incentivo adequada, esses motivos criam uma concepção generalizada de inviabilidade econômica.

## **2 ENERGIA SOLAR EM RESIDÊNCIA**

Tendo em vista o aumento de tarifas de contas de energia elétrica fornecidas pelas concessionárias atuais, é necessário buscar uma nova fonte de energia, assim a energia fotovoltaica está crescendo gradualmente nos últimos anos. Por fim, as residências estão optando por usá-la, pois com a implantação deste sistema haverá um abatimento na conta de energia elétrica, e cada residência produzirá sua própria energia.

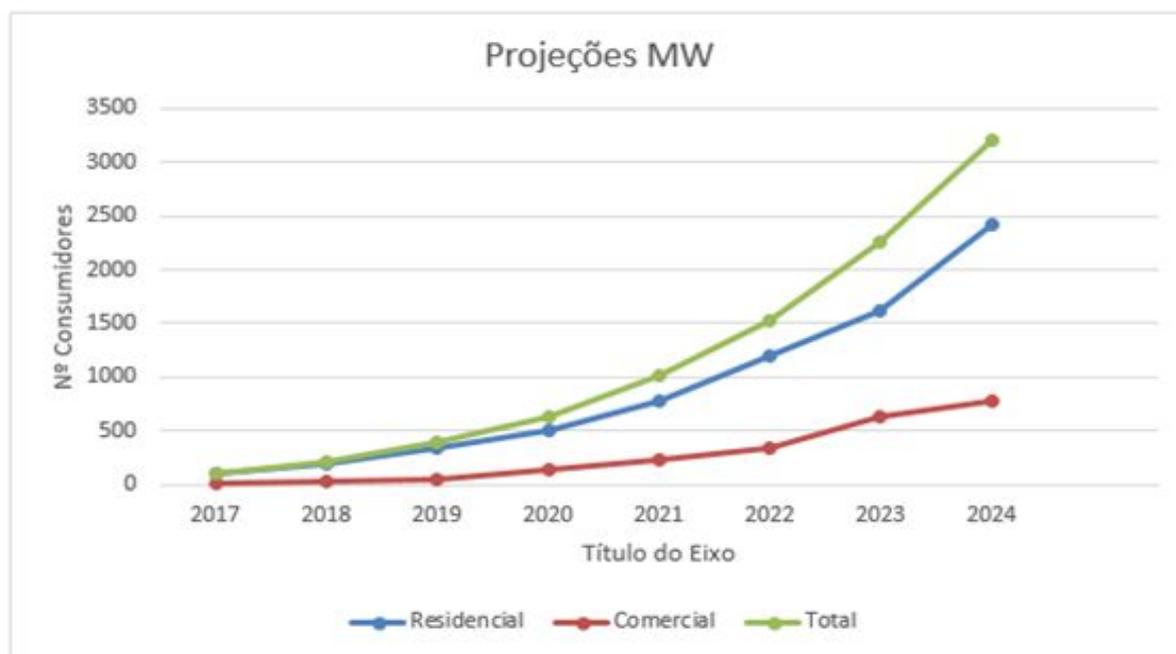
A energia solar é extraída do calor do sol e da luz, é considerada uma fonte de energia renovável e sustentável, já que a energia do sol é caracterizada como uma fonte inesgotável. Em comparação às outras fontes de energia, a solar é considerada excepcional, pois não causa danos ambientais. É utilizada principalmente como energia térmica e energia solar fotovoltaica.

Segundo a ANEEL (2005), a energia solar pode ser aproveitada diariamente para iluminação, aquecimento de fluidos e geração de potências elétricas e mecânicas com fontes de energia térmicas.

O Brasil por ter sua maior parte na região intertropical detém um potencial de energia solar durante o ano todo. Segundo Zilles et al. (2012). Obtendo uma disponibilidade de radiação solar de aproximadamente  $1.758 \text{ Kw}/m^2$ .

De acordo com o levantamento do DEA 19/14, empresa de pesquisa energética, o Brasil encontra-se em crescimento em relação à geração de energia fotovoltaica autônoma. A figura 01 mostra o gráfico feito por essa empresa.

Figura 01: Gráfico da inserção de geração fotovoltaica no Brasil.



Fonte: Adaptado pelo autor base no relatório do IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e na conferência Latino-Americana da ISES - São Paulo, 18 a 21 de setembro de 2018

A energia solar cada vez vem ganhando mais espaço no mercado, o investimento para produção desta energia está cada vez maior, existem usinas, mini-usinas e microusinas de energia solar em alguns estados brasileiros, elas geram a energia que será distribuída para residências ou estabelecimentos, como fonte de energia elétrica mais barata.

## 2.1 Usinas de energia solar fotovoltaica

Usina solar é uma área repleta de módulos fotovoltaicos com capacidade de geração de energia elétrica por meio da luz solar. É conhecida também como fazenda solares ou parques solares, nelas a energia gerada tem fins de distribuição.

As usinas operam de maneira semelhante ao funcionamento do sistema residencial, porém em uma escala maior, são projetadas para distribuição de grandes volumes de energia elétrica. Os painéis são montados no solo fixados na terra, ou em estruturas de sistema solar-tracks, são dispositivos que conduzem os painéis na posição do sol, para que se possa aproveitar melhor a horas de irradiação. Além da usina solar existe também a microusina com potência de até 75 KW e a miniusina com potência superior a 76 KW até 5 MW.

Como o Brasil tem um potencial de energia solar grande, os investidores estão cada vez mais investindo na implantação das usinas solares que estão em alta. Mesmo com o investimento inicial alto, as usinas solares estão ganhando seu espaço, pois podem ser implantadas em diversas partes do Brasil, tendo custo de manutenção baixo e vida útil do sistema longa.

Assim, para obter um aproveitamento melhor da irradiação solar é necessário o estudo da posição geográfica da região onde será construída qualquer usina, assim posicionando as placas solares em lugares estratégicos para receberem a irradiação durante um período maior.

## **2.2 Posição geográfica para instalação das placas fotovoltaicas**

A posição geográfica é um termo usado na geografia e áreas afins, para determinar áreas e localizações coordenadamente no globo terrestre. Utilizamos como principais medidas de localização as coordenadas de latitude e longitude.

Para saber a eficiência do sistema ser instalado, é preciso algumas variáveis como a solarimetria do local durante os meses do ano, umidade local, estudo da temperatura do sistema no local instalado e sujidade local.

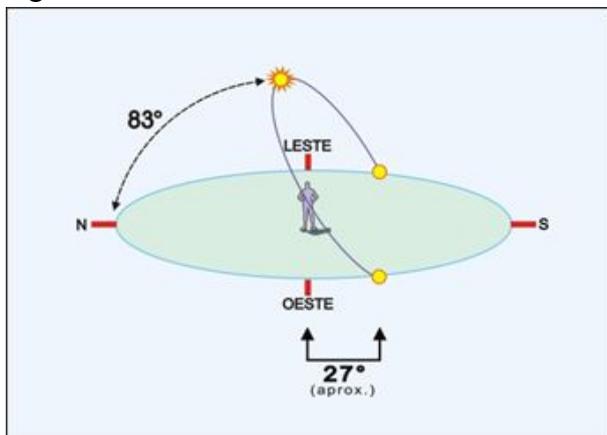
Pode-se determinar o índice de radiação do ponto geográfico mediando com equipamento chamado solarímetro, este equipamento permite medir a irradiação solar do ponto e com isto realizar amostrar a cada hora durante determinados períodos do ano e suas estações. Assim conseguimos traçar o perfil de irradiação do local.

Também ao se realizar um estudo prévio, de forma estatística com dados fornecidos em sites confiáveis. Para este estudo foi utilizado o site da CRESESB que trata no Brasil os dados de fornecimento solar e eólico.

Para um melhor aproveitamento das placas solares é necessário a melhor posição em relação ao sol, a fim de obter um maior aproveitamento da incidência solar sobre as mesmas.

A região de maior incidência solar no globo está localizada ao entorno do trópico de capricórnio. Se considerarmos que o Brasil está ao sul do trópico, então a melhor estratégia para captação dos raios solares e buscar o norte geográfico. Como podemos observar na figura 02, mostro o solstício de verão, onde o sol atinge o máximo deslocamento ao sul.

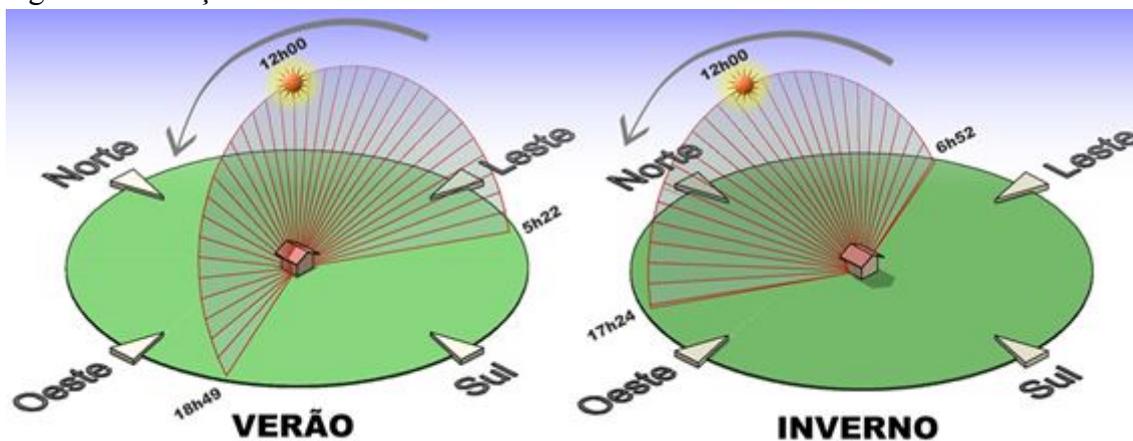
Figura 02: Solstício de verão



Fonte: cienciasgba, 2019

Considerando que o sol varia de acordo com as estações do ano. No inverno iremos perceber um leque voltado ao norte e no verão um leque voltado ao sul. Como mostrado na figura 03.

Figura 03: Posição do sol no verão e no inverno



Fonte: Polysolution, 2019

Todas essas referências são importantes para localização e instalação das placas fotovoltaicas, para que haja uma conversão adequada de energia solar em energia elétrica sem perdas.

### **2.3 Placas fotovoltaicas**

Existem vários modelos de placas solares no mercado, as mais usadas são as de monocristalinos e policristalino, pois as mesmas possuem as maiores médias de eficiência na atualidade.

O painel fotovoltaico monocristalino é formado a partir de um cristal de silício ultra fino, que são transformadas em células fotovoltaicas. Cada célula tem seus 4 lados cortados para otimizar o espaço disponível na placa solar monocristalino, sua eficiência média é de 24% podendo ter 3% de perda, segundo o CRESESB. Sua dimensão é de 10x10cm, 12,5x12,5cm e 15x15cm. A vantagem dessa placa é uma eficiência alta dentre as tecnologias encontradas comercialmente viáveis atualmente.

O painel solar policristalino também formados por cristais de silício são fundidos em um bloco, desta forma preservando a formação de múltiplos cristais. São serradas em blocos quadrados em seguida fatiados em célula assim como o monocristalino. Sua eficiência média é 19% podendo haver perda de 3%. As dimensões são 10x10cm, 12,5x12,5cm e 15x15cm, a vantagem desta placa está no custo benefício.

### **2.4 Viabilidade para instalação da microusinha na cidade de Lambari\MG**

Segundo estudos de incidência solar no Brasil e levantamento de dados reais na região, a cidade de lambari apresenta boas condições de geração de energia fotovoltaica.

Segundo o CRESESB, o levantamento anual de irradiação solar na cidade de Lambari MG, constatou-se uma média de irradiação de 5,02 KWh/m<sup>2</sup>. sendo uma irradiação propícia para geração de energia elétrica por sistema fotovoltaicos.

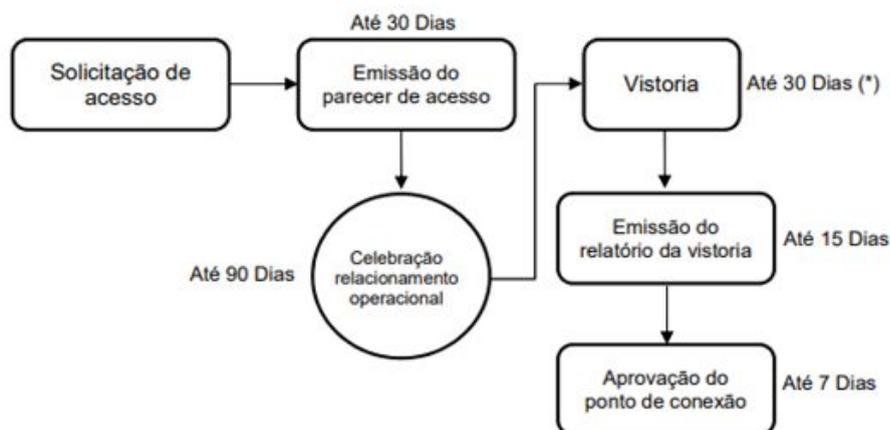
### **2.5 Critérios para implantação da microusinha fotovoltaica**

Para a implantação da microusinha de energia fotovoltaica, é necessário regularizar o terreno, deve ser cadastrado como uma unidade consumidora, conforme o 1º do art. 4º da

Resolução Normativa nº 482/2012. Se as placas ficarem sobre o telhado, primeiramente deve-se analisar a estrutura do mesmo e as telhas.

A solicitação e requerimento de acesso, consiste em algumas etapas conforme o Módulo 3 dos Procedimentos de distribuição (PRODIST), tanto a novos acessantes quanto à alteração de Carga/Geração. A figura 4 amostra as etapas a serem seguidas.

Figura 04: Etapa de acesso a microgeradores ao sistema de distribuição da CEMIG D



(\*) a partir da solicitação de vistoria por parte do acessante.

Fonte: CEMIG, 2019

Para a central geradora seja caracterizada uma microgeração, faz-se necessário o comprimento estabelecido pela N.D 5. (Requisitos para conexão e acessantes para o sistema de distribuição CEMIG em baixa tensão).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho, foi analisada a implantação de uma microusina de energia solar em um bairro localizado no município de Lambari MG. A cidade por ser de interior possui cerca de 20 mil habitantes, com o sistema solar implantado em poucas casas de classe alta, assim sendo o bairro escolhido é o Vale do Sol, um bairro de classe média onde não há nenhum sistema fotovoltaico instalado nas residências.

Com o custo inicial alto para implantação do sistema fotovoltaico, uma ideia foi levantada sobre o investimento para construção de uma microusina solar, para que a população possa conhecer e usar dessa nova fonte de energia.

A microusina vai ser implantada nas redondezas de um sítio localizado no bairro, cuja a área é de 7.200 m<sup>2</sup>, sendo a área da construção da micro usina de 100 m<sup>2</sup>, onde a energia gerada será devidamente cadastrada na concessionária que será gerado desconto nas contas de energia elétrica dos beneficiários da microusina. Visto que se tornará autossustentável durante o dia e no período noturno, haverá abatimento da conta através do excedente gerado no período diurno.

Foi realizado um estudo físico financeiro para a viabilidade da construção, também foi avaliado o tempo de retorno do investimento e custo para obter a participação e continuidade na geração.

### **3.1 Cálculo para dimensionamento do sistema fotovoltaico**

Para o dimensionamento do sistema é necessário o estudo de carga das residências envolvidas. Será realizada a soma das últimas 12 contas de cada residência e será realizada a média mensal de consumo. Conforme a fórmula abaixo:

$$X_m = (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_y) / X_n$$

Sendo:

$X_m$  = consumo médio

$X_1, X_2, X_y$  = valores do consumo de cada mês

$X_n$  = Número total de meses

Após o cálculo de média de consumo mensal será realizado a divisão por 30 dias para se obter o valor de consumo dia, como mostrado na fórmula:

$$(\text{consumo dia}) CD = X_m/30$$

Sendo:

CD = consumo diário

$X_m$  = Consumo médio

Com o valor de consumo por dia das residências envolvidas será levantado a produção de incidência solar por metro quadrado do ponto geográfico a ser instalado. Isto resultará no valor de geração necessária para os estudo da especificação das placas, como mostrado na fórmula:

$$\text{Ind. solar} = \text{Irradiação} / \text{metro quadrado}$$

Com este valor será dividido a média de consumo das residências diário pelo índice de irradiação local, assim resultará na média de produção necessária para atender as cargas, como mostrado abaixo:

$$\text{Potência necessária PN KWpico} = (\text{Potência anua}/30) / (\text{ incidência solar x rendimento})$$

Através da potência necessária de área, será realizado vários estudos para verificar qual das placas comerciais irá melhor atender quanto a espaço físico e produção de energia.

As placas mais encontradas no mercado são as de potências entre 240 Watts à 340 Watts, sendo que, um valor superior de 250 Watts são mais eficientes.

$$QP = PA \times 1000 / PP$$

Sendo:

QP = Quantidade de placas

PA = Potência anual

PP = Potência da placa

Através deste do valor encontrado será dimensionado as sequências de arranjos e melhores modelos de inversores.

### **3.2 Estudo da placa x local de instalação**

No mercado existem vários modelos de placas solares, no caso deste trabalho foi escolhido a placa com potência de 330 Watts feita de monocristalino, pois as residências em estudo não tem um consumo alto de energia elétrica, então a placa para este estudo será de 330 Watts conseguiram fornecer a energia suficiente para atender a demanda das residências.

O local de instalação das placas da microusinina, segundo o estudo da posição geográfica, será em uma área inclinada onde as placas serão montadas em estruturas fixas no chão, essas estruturas possuem um sistema solar-tracks, que conduzem as placas na posição do sol para obter um aproveitamento durante um período maior da irradiação solar.

### 3.3 Cálculo do sistema solar por residência

Foi feito o levantamento mensal do valor da conta de luz das 10 residências. O levantamento dessas informações foi realizada em um período de um ano. Como mostrado na tabela 01 a seguir.

Tabela 01: Consumo de energia elétrica anual (R\$)

Resid.	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total	Média mensal
1	112,23	103,01	108,84	85,43	87,10	109,71	125,63	134,00	100,50	104,69	81,24	79,56	<b>1.232,94</b>	102,66
2	130,43	126,89	128,20	145,78	152,60	169,52	195,42	201,54	197,48	175,68	148,57	136,59	<b>1.908,70</b>	159,05
3	145,25	158,12	186,54	169,40	178,43	208,54	215,32	240,54	196,41	169,58	150,42	142,69	<b>2.161,24</b>	180,10
4	100,54	132,54	143,58	129,63	158,45	179,59	192,38	177,53	149,05	160,00	146,58	133,34	<b>1.803,21</b>	150,26
5	97,43	135,65	126,75	115,43	133,35	155,69	179,06	189,53	173,65	169,43	143,76	120,57	<b>1.740,30</b>	145,02
6	140,65	125,78	147,76	162,68	174,63	186,70	194,69	203,65	190,93	176,25	157,10	133,65	<b>1.994,47</b>	166,20
7	127,54	143,78	178,73	195,53	201,40	213,65	234,43	219,54	200,06	188,73	172,98	152,54	<b>2.228,91</b>	185,74
8	98,65	156,06	160,64	179,69	159,58	170,54	197,54	183,65	186,65	169,04	147,63	139,07	<b>1.948,74</b>	162,39
9	101,65	134,65	152,54	157,59	179,60	195,62	205,61	197,31	185,08	173,06	166,65	142,51	<b>1.991,87</b>	165,98
10	180,60	159,61	170,63	212,56	200,06	232,65	256,76	229,54	202,69	189,29	171,72	161,69	<b>2.367,80</b>	197,31
Total mês	1,234.97	1,376.09	1,504.21	1,553.72	1,625.20	1,822.21	1,996.84	1,976.83	1,782.50	1,675.75	1,486.65	1,342.21	<b>19,377.18</b>	1,614.77

Fonte: O autor, 2019

Após o levantamento do gasto da conta de luz, foi realizado um outro levantamento com relação ao consumo de KWh, que cada residência gasta, conforme a tabela 02 a seguir.

Tabela 02: Consumo de KWh

Resid.	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total	Media anual
1	133	123	130	102	104	131	150	160	120	125	97	95	<b>1470</b>	122
2	155	151	153	174	182	202	229	240	235	209	177	163	<b>2270</b>	189
3	173	188	222	202	213	248	257	287	234	202	179	170	<b>2575</b>	214
4	120	158	171	154	189	214	229	211	177	191	175	159	<b>2148</b>	179
5	116	161	151	137	159	185	213	226	207	202	171	143	<b>2071</b>	172
6	167	150	176	194	208	222	232	243	227	210	187	159	<b>2375</b>	198

7	152	171	213	233	240	255	279	262	239	225	206	182	<b>2657</b>	221
8	117	186	191	214	190	203	235	219	222	201	176	163	<b>2317</b>	193
9	121	160	182	188	214	233	245	235	220	206	198	170	<b>2372</b>	198
10	215	190	203	253	239	277	306	274	241	226	205	191	<b>2820</b>	235
Total Mês	1469	1638	1792	1851	1938	2170	2375	2357	2122	1997	1771	1595	<b>23075</b>	1923

Fonte: O autor, 2019

Após o levantamento dos dados das residências, foi elaborado o cálculo para a demanda de energia consumida assim considerando o consumo anual, a irradiação do município de Lambari como mostra será 5,02 KWh/m<sup>2</sup>, e o rendimento que será de 80%. Conforme mostrado a seguir.

PN KWpico = Potência diária/incidência solar x rendimento

$$\text{Residência 01: } (122/30) / (5,02 \times 0,80) = 1,012$$

$$\text{Residência 02: } (189/30) / (5,02 \times 0,80) = 1,568$$

$$\text{Residência 03: } (214/30) / (5,02 \times 0,80) = 1,776$$

$$\text{Residência 04: } (179/30) / (5,02 \times 0,80) = 1,485$$

$$\text{Residência 05: } (172/30) / (5,02 \times 0,80) = 1,427$$

$$\text{Residência 06: } (198/30) / (5,02 \times 0,80) = 1,643$$

$$\text{Residência 07: } (221/30) / (5,02 \times 0,80) = 1,834$$

$$\text{Residência 08: } (193/30) / (5,02 \times 0,80) = 1,601$$

$$\text{Residência 09: } (198/30) / (5,02 \times 0,80) = 1,643$$

$$\text{Residência 10: } (235/30) / (5,02 \times 0,80) = 1,950$$

Após esses cálculos, encontrou-se a potência necessária, para a demanda de cada residência, assim podendo calcular o número de placas para o sistema abastecer cada residência.

Para o cálculo da quantidade de placas (QP) necessárias foi utilizado uma equação que nada mais é que a potência anual (PA) multiplicado por 1000 e dividido pelo valor da potência da placa escolhida que no caso será a de 330 Watts, conforme mostrado abaixo:

$$QP = PA \times 1000 / PP$$

$$\text{Residência 01: } 1,012 \times 1000 / 330 = 3,06 \text{ ou seja } 3 \text{ placas}$$

Residência 02:  $1,568 \times 1000 / 330 = 4,75$  ou seja 5 placas

Residência 03:  $1,776 \times 1000 / 330 = 5,38$  ou seja 5 placas

Residência 04:  $1,485 \times 1000 / 330 = 4,50$  ou seja 4 placas

Residência 05:  $1,427 \times 1000 / 330 = 4,32$  ou seja 4 placas

Residência 06:  $1,643 \times 1000 / 330 = 4,97$  ou seja 5 placas

Residência 07:  $1,834 \times 1000 / 330 = 5,55$  ou seja 5 placas

Residência 08:  $1,601 \times 1000 / 330 = 4,85$  ou seja 5 placas

Residência 09:  $1,643 \times 1000 / 330 = 4,97$  ou seja 5 placas

Residência 10:  $1,950 \times 1000 / 330 = 5,90$  ou seja 6 placas

Com os valores encontrados anteriormente foi estabelecido o custo para cada residência implantar seu próprio sistema fotovoltaico conforme indicado na tabela 03 abaixo:

Tabela 03: Valor do sistema solar por residência

Residências	Valor do sistema solar
01	R\$7.510,74
02	R\$10.089,16
03	R\$11.393,87
04	R\$9.555,65
05	R\$9.179,08
06	R\$10.566,62
07	R\$11.766,57
08	R\$10.299,79
09	R\$10.566,62

10	R\$12.511,96
----	--------------

Fonte: O autor, 2019.

Após a instalação foi feito uma estimativa para novo valor da conta de energia elétrica, obtendo uma redução de até 95% do valor da conta., a projeção feita foi com a capacidade total de aproveitamento, fazendo as residências pagarem somente a taxa mínima das concessionárias de energia elétrica, que no caso de estudo no município de Lambari e de R\$ 36,54 e 5% do restante da conta, conforme mostrado na tabela 04 a seguir:

Tabela 04: Estimativa do valor da conta de energia elétrica com os 95% de redução mais a taxa mínima

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total	Media mensal
Residência 01	R\$42,15	R\$41,69	R\$41,98	R\$40,81	R\$40,89	R\$37,63	R\$42,82	R\$43,24	R\$41,56	R\$41,77	R\$40,60	R\$40,51	<b>R\$495,65</b>	R\$41,30
Residência 02	R\$43,06	R\$42,88	R\$42,95	R\$43,82	R\$44,17	R\$45,01	R\$46,31	R\$46,61	R\$46,41	R\$45,32	R\$43,96	R\$43,36	<b>R\$533,86</b>	R\$44,48
Residência 03	R\$43,80	R\$44,44	R\$45,86	R\$45,01	R\$45,46	R\$46,96	R\$47,30	R\$48,56	R\$46,36	R\$45,01	R\$44,06	R\$43,67	<b>R\$546,49</b>	R\$45,54
Residência 04	R\$41,56	R\$43,16	R\$43,71	R\$43,02	R\$44,46	R\$45,51	R\$46,15	R\$45,41	R\$43,99	R\$44,54	R\$43,86	R\$43,20	<b>R\$528,57</b>	R\$44,04
Residência 05	R\$41,41	R\$43,37	R\$42,87	R\$42,31	R\$43,20	R\$44,32	R\$45,49	R\$46,01	R\$45,22	R\$45,01	R\$43,72	R\$42,56	<b>R\$525,49</b>	R\$43,79
Residência 06	R\$43,57	R\$42,82	R\$43,92	R\$44,67	R\$45,27	R\$45,87	R\$46,27	R\$46,72	R\$46,08	R\$45,35	R\$44,39	R\$43,22	<b>R\$538,15</b>	R\$44,84
Residência 07	R\$42,91	R\$43,72	R\$45,47	R\$46,31	R\$46,61	R\$47,22	R\$48,26	R\$47,51	R\$46,54	R\$45,97	R\$45,18	R\$44,16	<b>R\$549,86</b>	R\$45,82
Residência 08	R\$41,47	R\$44,34	R\$44,57	R\$45,52	R\$44,51	R\$45,06	R\$46,41	R\$45,72	R\$45,87	R\$44,99	R\$43,92	R\$43,49	<b>R\$535,87</b>	R\$44,65
Residência 09	R\$41,62	R\$43,27	R\$44,16	R\$44,41	R\$45,52	R\$46,32	R\$46,82	R\$46,40	R\$45,79	R\$45,19	R\$44,87	R\$43,66	<b>R\$538,03</b>	R\$44,83
Residência 10	R\$45,57	R\$44,52	R\$45,07	R\$47,16	R\$46,57	R\$48,17	R\$49,37	R\$48,01	R\$46,67	R\$46,00	R\$45,12	R\$44,62	<b>R\$556,85</b>	R\$46,40

Fonte: O autor, 2019

O BNDES (Banco Nacional do desenvolvimento), está com um projeto chamado de fundo clima, que permite aos cidadãos fazer um financiamento com taxas de 4,03% ao ano, para investimento sustentável, assim incentivando a população a investir na produção de energia limpa.

A tabela 05 mostra o valor do sistema fotovoltaico feito uma estimativa para o investimento inicial e o valor mensal para cada residência. E com um período de retorno de 8 anos ou 96 meses.

Tabela 05: Valor do financiamento por residência

Residências	Valor do sistema solar	Valor financiamento BNDES	Valor mensal
-------------	------------------------	---------------------------	--------------

01	R\$7.510,74	R\$9.932,20	R\$103,46
02	R\$10.089,16	R\$13.341,90	R\$138,97
03	R\$11.393,87	R\$15.067,25	R\$156,95
04	R\$9.555,65	R\$12.636,39	R\$131,62
05	R\$9.179,08	R\$12.138,41	R\$126,44
06	R\$10.566,62	R\$13.973,29	R\$145,55
07	R\$11.766,57	R\$15.560,11	R\$162,08
08	R\$10.299,79	R\$13.620,44	R\$141,87
09	R\$10.566,62	R\$13.973,29	R\$145,55
10	R\$12.511,96	R\$16.545,81	R\$172,35

Fonte: O autor, 2019.

Assim o valor pago por residência no período do investimento, que no caso será de 8 anos, será o valor mensal do financiamento somado a taxa mínima da concessionária de energia juntamente com o 5% restante da conta de luz.

### **3.4 Cálculo do sistema solar para microusinas**

Para o cálculo para implantação da microusinas foi considerado consumo anual, a irradiação do município de Lambari como mostra será 5,02 KWh/m<sup>2</sup>, e o rendimento que será de 80%. Conforme mostrado a seguir.

$$PN \text{ KWpico} = (\text{Potência anual}/30) / (\text{incidência solar} \times \text{rendimento})$$

$$PD \text{ KWpico} = (1.923/30) / (5,02 \times 0,80) = 15,961$$

Após ser estabelecido a potência necessária, foi calculado a quantidade de placas para a microusinas atender a demanda das residências, conforme mostrado a seguir:

$$QP = PA \times 1000 / PP$$

$$QP = 15,961 \times 1000 / 330 = 48,36 \text{ ou seja } 48 \text{ placas}$$

Assim chegou-se no valor de 48 placas, que serão capazes de atender a demanda das 10 residências.

Com os valores encontrados anteriormente foi estabelecido o custo para montar a microusinas será R\$ 115.000,00, esse valor será dividido para das 10 residências de forma que cada residência receberá a quantidade necessária para o consumo mensal, assim cada residência investirá R\$ 11.500,00.

Com essa taxa proposta do BNDES, o valor da instalação da microusinas mensal por residência será de R\$ 158,41. Em um período estimado de 8 anos ou 96 meses, ao final desse período cada residência terá pago R\$ 15.207,60. Durante esse período cada residência pagará o valor de R\$ 158,41 somando com os valores indicados na tabela 04. Após esse período as contas serão somente os valores da taxa cobrados pelas concessionárias e 5% do valor da conta de energia elétrica.

#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Após todos os cálculos efetuados, foi verificado a relação de custos entre a produção independente do sistema fotovoltaico por residência e a custo produção da microusinas. Conforme indicado na tabela 06.

Tabela 06: Relação dos custos dos sistemas solares fotovoltaicos e a microusinas

Residências	Valor do sistema solar para cada residência com o financiamento BNDES	Valor para implantação da microusinas com o financiamento BNDES

01	R\$9.932,20	R\$15.207,60
02	R\$13.341,90	R\$15.207,60
03	R\$15.067,25	R\$15.207,60
04	R\$12.636,39	R\$15.207,60
05	R\$12.138,41	R\$15.207,60
06	R\$13.973,29	R\$15.207,60
07	R\$15.560,11	R\$15.207,60
08	R\$13.620,44	R\$15.207,60
09	R\$13.973,29	R\$15.207,60
10	R\$16.545,81	R\$15.207,60

Fonte: O autor, 2019.

É necessário cadastrar a microuisna com um CNPJ seguindo o Código Civil (arts. 1.903 a 1.906), para que seja transformada em uma cooperativa de distribuição, assim a energia gerada será compartilhada entre as residências, onde os beneficiários serão cadastrados dentro de uma área de concessão. É assim, a energia excedente será compensada em créditos a serem usados nos períodos em que a geração não consiga atender a demanda durante um período de até 60 meses.

A cooperativa terá livre escolha em conceder o percentual da energia excedente a cada unidade cadastrada em sua área de concessão segundo a Resolução Normativa 482/2012. Será feito um contrato da porcentagem da energia excedente para cada residência, sendo assim o crédito será armazenado em um único CNPJ, dependendo do consumo de cada casa esse crédito não conseguirá suprir a demanda nos meses em que a geração for menor, fazendo com que algumas residências não consigam créditos suficientes para o abatimento na conta de energia elétrica.

Com o consumo baixo das 10 residências e sua área de construção ser pequena, não justifica a implantação de uma microusinna na cidade de Lambari MG. Assim se cada residência adquirir seu próprio sistema solar fotovoltaico, será mais justo a todos, pois cada casa terá seu próprio investimento e assim produzir a energia necessária para atender a sua demanda.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Essa pesquisa teve como objetivo a construção de uma microusinna de energia solar na cidade de Lambari MG, para atender 10 residências, acabou sendo inviável, por três motivos sendo: injusto com as residências que tem um consumo menor de energia elétrica, por possuir uma área de construção de apenas 100 m<sup>2</sup> e pela demanda de abastecimento pequena. Assim se cada residência instalar seu próprio sistema solar fotovoltaico, será mais justo para todos, onde cada casa pagará o valor correspondente a seu sistema.

Assim com o financiamento fornecido pelo BNDES, com taxas de juros reduzidas podendo ser pago em um período de até 96 meses. Cada residência terá um valor pequeno no financiamento, para a implantação do sistema solar fotovoltaico. Havendo uma redução na conta de energia elétrica de até 95%. E após esse período do financiamento, começará a obter o retorno do investimento inicial, pois cada residência pagará somente a taxa mínima de energia elétrica, produzindo assim uma energia limpa e sustentável.

SOLAR ENERGY IN RESIDENCE: solar power micro-plant as a source of electricity for homes in the municipality of Lambari, MG

### **ABSTRACT**

This paper describes the implementation of a solar energy microusinna to initially serve 10 residences in neighborhood in the municipality of Lambari, MG. Such an approach is necessary to see the viability of the construction of the microusinna aiming to bring the city's population a new source of energy and reduce the electric bill. This intention will be achieved through the study of geographical position of the municipality and calculations for system

implementation. Old accounts will be analyzed and future accounts will be projected showing the savings in obtaining the photovoltaic system.

**Palavras-chave: microssin. Energy. Photovoltaic. Solar energy.**

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVARENGA, Carlos Alberto. **Energia solar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

ACIOLI, José Lima. **Fontes de energia**. Brasília: Universidade de Brasília, 1994.

COMETTA, Emilio. **Energia solar**. São Paulo: Hemus, 1978.

PALZ, Wolfgang. **Energia solar e fontes alternativas**. São Paulo: Hemus, 1981.

BARBOSA, W. A., BORGES, L. E. P., CORREIA, J. C. **Soluções Energéticas para a Amazônia, Eletrificação de Comunidades Isoladas. Sistemas Híbridos**. MME, 2007.

ANEEL, **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/a-aneel>.