

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Ana Maria Antunes Coelho (acoelho@cdhu.sp.gov.br); Antonio Kodi Quitakava (aquitakava@cdhu.sp.gov.br); Eli Marcio dos Santos (emsantos@cdhu.sp.gov.br); Silvio Vasconcellos (svasconcellos@cdhu.sp.gov.br); Tamara Oliveira Marques de Toledo (ttoledo@cdhu.sp.gov.br)

Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) - Brazil

Palavras chave: Energia Solar; Sistemas Fotovoltaicos; Habitação de Interesse Social.

Este trabalho apresenta a avaliação, por meio de uma pesquisa de campo, da utilização de Sistemas Fotovoltaicos como fonte de energia alternativa em Habitações de Interesse Social. Como subsídio, relata o panorama energético brasileiro, abordando a porcentagem utilizada pelas residências no panorama de energia produzida no Brasil, através das séries históricas de consumo.

Apresenta o potencial e o crescimento, nos últimos anos, da geração distribuída no Brasil através da Energia Solar Fotovoltaica e as políticas públicas que impulsionaram esse tipo de projeto.

Os Resultados da pesquisa de campo dos dois projetos piloto nas cidades de Elisiário e Pontes Gestal demonstram como o Sistema Proposto pode reduzir o “custo de morar” das famílias menos favorecidas, proporcionando a Sustentabilidade Social através de novas tecnologias.

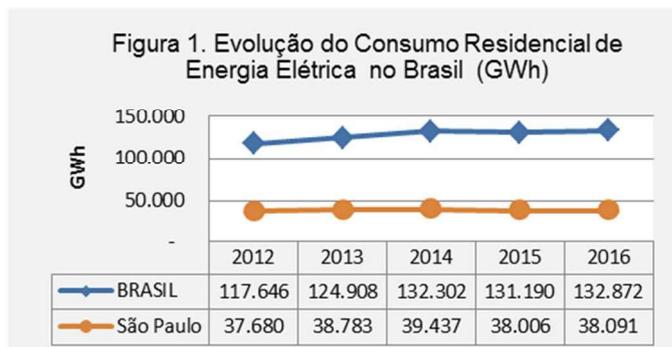
1. INTRODUÇÃO

Na constante busca por tornar as construções cada vez mais sustentáveis, fontes renováveis de energia tornam-se necessárias. Neste contexto a geração de energia por sistema fotovoltaico surge como potencial fonte alternativa de energia.

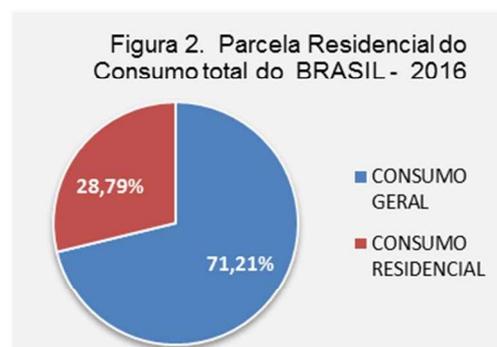
A Energia Elétrica tem sido a base do desenvolvimento das civilizações, desde seu surgimento, há pouco mais de um século. O Consumo de Energia elétrica no Brasil, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) teve um crescimento de aproximadamente 30% na década de noventa, que culminou com o apagão no ano “2000”. Este fato gerou medidas de contenção de consumo e também a consciência da necessidade de buscar soluções tecnológicas sustentáveis para a crescente demanda energética.

Segundo relatos de Palz (2002), as nações industrializadas começam a ter consciência da necessidade de recursos energéticos com baixa poluição, além de estarem ameaçadas por uma crescente dependência da energia importada e da limitação dos recursos energéticos convencionais.

Até o ano 2000, a participação do consumo residencial no consumo nacional era em torno de 33%, essa porcentagem decresceu nos últimos anos, possivelmente como resultado das medidas de contenção implementadas. A **Figura 1.** apresenta a evolução de consumo nos últimos anos no Brasil. Segundo a ANEEL, em 2003 o consumo residencial representava 26,4% do consumo nacional e em 2016 a parcela residencial representava 28,79% do consumo nacional, como apresentado na **Figura 2.**



Fonte: ANEEL, 2017



Fonte: ANEEL, 2017

A Adoção de fontes de energia alternativa, além de representar um avanço nas ações de proteção ao meio ambiente, representa para as famílias de baixa renda uma redução nos gastos de manutenção de suas residências. A energia convertida dos sistemas fotovoltaicos proporciona vantagens que demonstram a sua viabilidade de implantação, apesar de ter um custo inicial elevado, seus componentes necessitam de mínima manutenção. Além de tratar-se de uma energia não poluidora.

Em maio de 2018, o Brasil atingiu a marca de 250 megawatts de potência instalada em sistemas de microgeração e minigeração de energia solar fotovoltaica, um crescimento de mais de 315% em relação a 2016. A Instalação de Sistemas Fotovoltaicos deverá ser democrática e não apenas atender as classes mais favorecidas. Dessa forma esse trabalho visa propor a utilização de Sistemas Fotovoltaicos para Habitações de Interesse Social de forma a manter a sustentabilidade Social de Empreendimentos produzidos pelo Estado de São Paulo para populações de Baixa Renda.

2. OBJETIVO

O Objetivo desse trabalho é avaliar os resultados do emprego de Sistemas Fotovoltaicos em Habitações de Interesse Social, como forma de redução do consumo de energia fornecida pelas concessionárias e propor um modelo de Utilização do Sistema Fotovoltaico que possibilite o acesso a população de baixa renda à essa tecnologia diferenciada, contribuindo também para a preservação do meio ambiente, através da utilização de energias limpas.

Resumindo podemos classificar o objetivo em três frentes:

- a. Social: visando melhorar a qualidade de vida dos moradores, diminuindo seus gastos com contas de consumo mensais do Imóvel subsidiado pela CDHU.
- b. Financeiro: Reduzindo possíveis inadimplências tanto dos moradores com as concessionárias de energia quanto com a CDHU. Acredita-se também que esse projeto será de Grande Relevância, pois com a implantação do Sistema Fotovoltaico em larga escala nas HIS (Habitações de Interesse Social) existe um grande potencial de mudança de mercado, que proporcionará uma redução do valor dos produtos, possibilitando o maior crescimento desse mercado.
- c. Ambiental: Incentivo ao uso de energias "limpas" e renováveis que possibilita a redução de CO² associado.

3. ANTECEDENTES DO PROJETO

3.1. Políticas Públicas que impulsionaram o projeto

A diretoria da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou, em 24/11/2015, aprimoramentos na Resolução Normativa nº 482/2012 que criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, permitindo que o consumidor instale pequenos geradores (tais como painéis solares fotovoltaicos) em sua unidade consumidora e troque

energia com a distribuidora local com objetivo de reduzir o valor da sua fatura de energia elétrica.

A modernização da resolução se insere nas medidas coordenadas pelo Governo Federal para que cada vez mais brasileiros gerem sua energia. Além da alteração da resolução, o Ministério de Minas e Energia (MME) também estimulou a mudança na tributação da energia produzida.

Segundo as novas regras da resolução, que começaram a valer a partir de 1º de março de 2016, foi permitido o uso de qualquer fonte renovável para a microgeração (central geradora com potência instalada até 75 quilowatts) e mini geração distribuída (central geradora com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW - sendo 3 MW para a fonte hídrica).

De acordo com a resolução, quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes. De acordo com as novas regras, o prazo de validade dos créditos passou de 36 para 60 meses, sendo que eles podem também ser usados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular situadas em outro local, desde que na área de atendimento de uma mesma distribuidora. Esse tipo de utilização dos créditos foi denominado “autoconsumo remoto”.

Outra inovação da norma diz respeito à possibilidade de instalação de geração distribuída em condomínios (empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras). Nessa configuração, a energia gerada pode ser repartida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores.

A Aneel criou ainda a figura da “geração compartilhada”, possibilitando que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem uma micro ou minigeração distribuída e utilizem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados.

Com relação aos procedimentos necessários para se conectar a micro ou minigeração distribuída à rede da distribuidora, a Aneel estabeleceu regras que simplificam o processo: foram instituídos formulários padrão para realização da solicitação de acesso pelo consumidor.

O prazo total para a distribuidora conectar usinas de até 75 kW, que era de 82 dias, foi reduzido para 34 dias. Adicionalmente, a partir de janeiro de 2017, os consumidores poderão fazer a solicitação e acompanhar o andamento de seu pedido junto à distribuidora pela internet. (Fonte: Portal Brasil com informações do Ministério de Minas e Energia,2017)

3.2. Mudanças que viabilizaram a implantação do projeto

Quando a CDHU iniciou os estudos do Sistema Fotovoltaico só era possível implantação de Geradores de Sistemas com Potência maior instalada. No Brasil, os menores inversores comercializados, precisavam de pelo menos cinco módulos fotovoltaicos associados a eles.

Os micro-inversores só foram homologados pelo INMETRO mais recentemente, em meados de 2016, o que propiciou a instalação de Sistemas Fotovoltaicos com menor Potência, como o que a CDHU está utilizando em suas tipologias isoladas (0,5 kWp).

O convênio firmado entre o Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz) e o Estado de São Paulo autorizando os governos estaduais a isentarem o ICMS sobre a energia injetada na rede e compensada na microgeração e minigeração distribuída, também foi fator determinante para viabilização da implantação dos Projetos Fotovoltaicos.

4. PRINCÍPIOS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Energia Elétrica solar ou energia fotovoltaica é a conversão da luz do Sol em eletricidade. A energia gerada pode ser aproveitada para abastecer toda a necessidade de consumo de uma residência propiciando grande redução na conta de energia.

O processo de conversão da energia solar utiliza células fotovoltaicas (normalmente feitas de silício ou outro material semicondutor). Quando a luz solar incide sobre uma célula fotovoltaica, os elétrons do material semicondutor são postos em movimento, desta forma gerando eletricidade.

Os painéis solares captam a luz solar através de células fotovoltaicas e a transformam em energia elétrica de corrente contínua. Em seguida o inversor converte a energia contínua para corrente alternada que é o formato utilizado nas tomadas.

São três os principais componentes a serem instalados no Sistema Fotovoltaico, como apresenta **Figura 3**.

Módulos fotovoltaicos: captam a luz do sol e a transformam em energia elétrica de corrente contínua;

Inversor: converte a energia elétrica de corrente contínua em corrente alternada possibilitando a integração com a rede elétrica local da distribuidora de energia;

Medidor bidirecional: mede a quantidade de energia que residência produz e o excedente que será aproveitado pela distribuidora de energia gerando créditos.

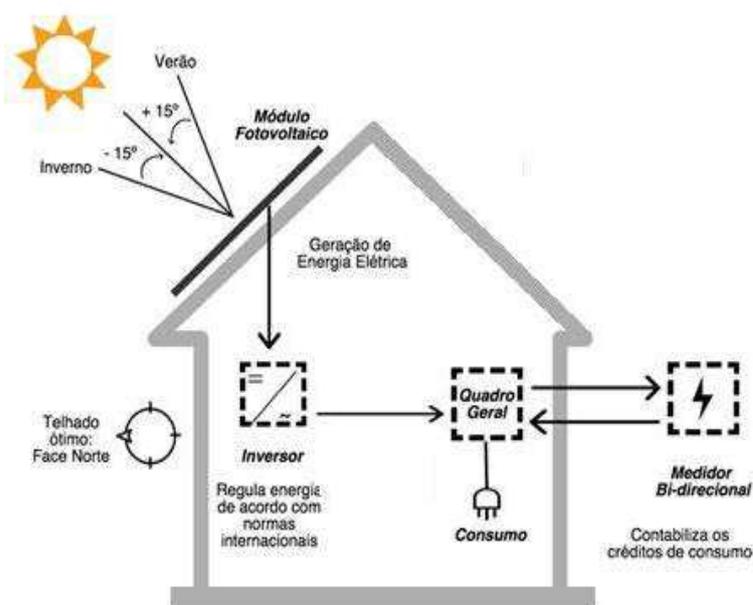


Figura 3. Componentes do SFV

Fonte: CDHU, 2018

A energia excedente que o sistema produz é direcionada para a concessionária de energia gerando créditos para serem utilizados durante a noite. Os créditos podem ser utilizados em até 60 meses e são esperados que a vida útil do sistema é de no mínimo 25 anos.

5. METODOLOGIA

Para avaliar o funcionamento dos Sistemas Fotovoltaicos em habitações de interesse social foram implantados projetos Piloto com poucas unidades (22 casas). Um convênio firmado entre a Secretaria da Habitação e a Secretaria de Energia e Mineração do Estado de São Paulo uniu forças com as Concessionárias de Energia e a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica possibilitando que a instalação desses projetos Piloto não tivessem investimento dos moradores.

Foi elaborada uma pesquisa de campo que constou de um questionário padronizado, aplicado às famílias que receberam o Sistema Fotovoltaico em suas residências. O objetivo desse questionário foi de caracterizar as famílias, identificando sua composição, hábitos,

consumo de energia elétrica, posse de equipamentos elétricos e variação dos números de pessoas na residência durante o mês e o ano.

O histórico do consumo de energia das famílias foi levantando no período de um ano antes da instalação do Sistema Fotovoltaico para que pudesse ser analisado um comparativo mês a mês após a sua instalação. Os dados levantados foram tabulados elaborando comparativos do consumo de energia elétrica das famílias antes e depois da instalação dos Sistemas de Geração Fotovoltaicos.

O Impacto dessa instalação representará uma significativa mudança de mercado, tornando a instalação de Sistemas Fotovoltaicos mais acessíveis a diversas classes sociais e sendo um grande incentivo a Geração Distribuída em todo o Estado de São Paulo e todo o Brasil.

6. RESULTADOS

6.1. Empreendimentos Pontes Gestal

Na Cidade de Pontes Gestal foram instalados 14 sistemas de microgeração distribuída de 1,0 kWp com 4 módulos fotovoltaicos de 255W. Os Sistemas foram patrocinados pela Concessionária de Energia da região – ELEKTRO – através do seu programa de Eficiência Energética. A responsável pela Instalação foi a empresa EBES.

O Início da Geração de energia ocorreu em fevereiro de 2017 e mensalmente os sistemas foram monitorados através das contas de energia Geradas pela ELEKTRO e pagas pelos moradores. Além do monitoramento da quantidade de kWh gerado pelo sistema através da leitura mensal. As lâmpadas das residências também foram substituídas por LED em agosto de 2017, gerando uma maior economia para os moradores.

Os gráficos abaixo apresentam a redução de consumo médio dos 14 sistemas instalados comparando os períodos pré SFV (mar-16 a fev-17) com o período pós SFV (mar-17 a fev-18) tanto em kWh – **Figura 4.** como o resultado em reais – **Figura 5.**

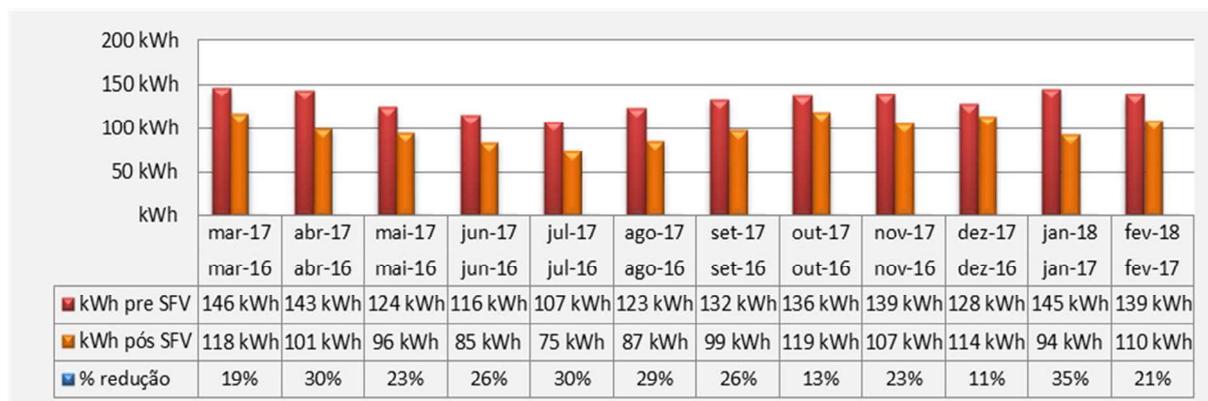


Figura 4. Empreend. Pontes Gestal - Média de Consumo em kWh pré x pós SFV

Fonte: CDHU, 2018

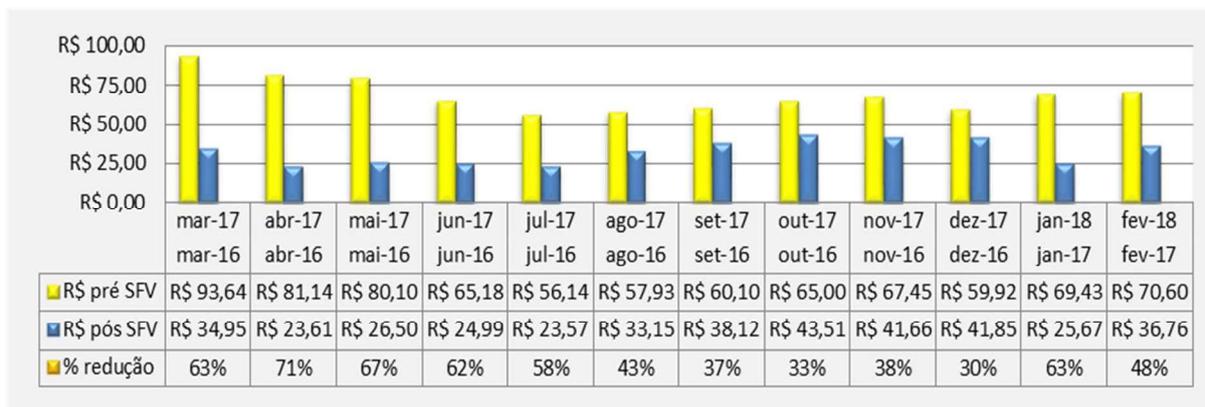


Figura 5. - Empreendimento Pontes Gestal - Média de Consumo em R\$ pré x pós SFV

Fonte: CDHU, 2018

6.2. Empreendimentos Elisiário

Na Cidade de Elisiário foram instalados 8 sistemas de microgeração distribuída de 0,5 kWp com 2 módulos fotovoltaicos de 265W em 6 casa e em duas casas foram instalados módulos de 330W. Os Sistemas foram patrocinados por associados da ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica).

A responsável pela instalação foi a empresa Dinâmica, que forneceu também um sistema de monitoramento online da geração dos módulos em 2 casas, uma com módulo de 265W e outra com módulo de 330W.

O Início da Geração de energia ocorreu em março de 2017 e mensalmente os sistemas foram monitorados através das contas de energia Geradas pela ENEGISA e pagas pelos moradores. Além do monitoramento da quantidade de kWh gerado pelo sistema online.

Os gráficos abaixo apresentam a redução de consumo, por morador, comparando os períodos pré SFV (abr-16 a fev-17) com o período pós SFV (abr-17 a fev-18) tanto em kWh – **Figura 6.** como o resultado em reais – **Figura 7.**



Figura 6. - Empreendimento Elisiário – Consumo por morador em kWh pré x pós SFV

Fonte: CDHU, 2018



Figura 7. - Empreendimento Elisiário – Consumo por morador em R\$ pré x pós SFV

Fonte: CDHU, 2018

7. CONFIGURAÇÃO DE MODELO A SER MULTIPLICADO

Após analisar os Projetos Pilotos e avaliando também o consumo médio de Energia dos moradores de Habitações de Interesse Social em casas isoladas no Estado de São Paulo, chegou-se a conclusão que o consumo médio das residências é de 140 kWh/ mês.

Como resultado dos estudos realizados nos dois projetos pilotos implantados chegou-se a conclusão de que a melhor configuração de Sistemas Fotovoltaico para novas residências Unifamiliares a serem construídas seria a instalação de dois módulos fotovoltaicos de 320Wp para cada residência, o que geraria em média 80kWh/ mês. A solução adotada é um meio termo entre os dois pilotos, pois no caso do Empreendimento de Pontes Gestal várias famílias estão pagando a tarifa mínima, porém estão gerando uma grande quantidade de crédito que provavelmente não conseguirão utilizar. Já no Projeto Piloto de Elisiário são poucas as famílias que conseguiram atingir a tarifa mínima com a geração implantada.

Com essas análises foi determinado um modelo de Gerador de 0,64 kWp que gerará em média 80kWh/ mês e é composto por 2 módulos fotovoltaicos, Homologados pelo INMETRO, Classe A, com potência máxima de 320Wp, de tecnologia de Silício Policristalino, com dimensões de 1954 x 982 x 40mm (comprimento x largura x altura) e peso de 22 Kg; um micro-inversor de corrente elétrica de fabricante homologado pelo INMETRO, modelo de 500W, 60Hz com rendimento de 96%. Esse micro-inversor pode ligar até 2 módulos fotovoltaicos individualmente. Foi Proposto também a instalação de lâmpadas LED no lugar das lâmpadas incandescentes e fluorescentes, que reduzirão ainda mais o consumo de energia elétrica dos moradores.

- Consumo médio das residências da CDHU	<u>140 kWh/ mês</u>
- Energia gerada pelo sistema fotovoltaico	<u>- 80 kWh/ mês</u>
- Instalação de lâmpadas LED (economia de)	<u>- 10 kWh/ mês</u>
<hr/>	
- Total de kWh a pagar no fim do mês	50 kWh/ mês

Para as instalações bifásicas - 50 kWh é a taxa mínima cobrada das residências pelas concessionárias. Dessa forma o projeto visa proporcionar que os moradores paguem a taxa mínima.

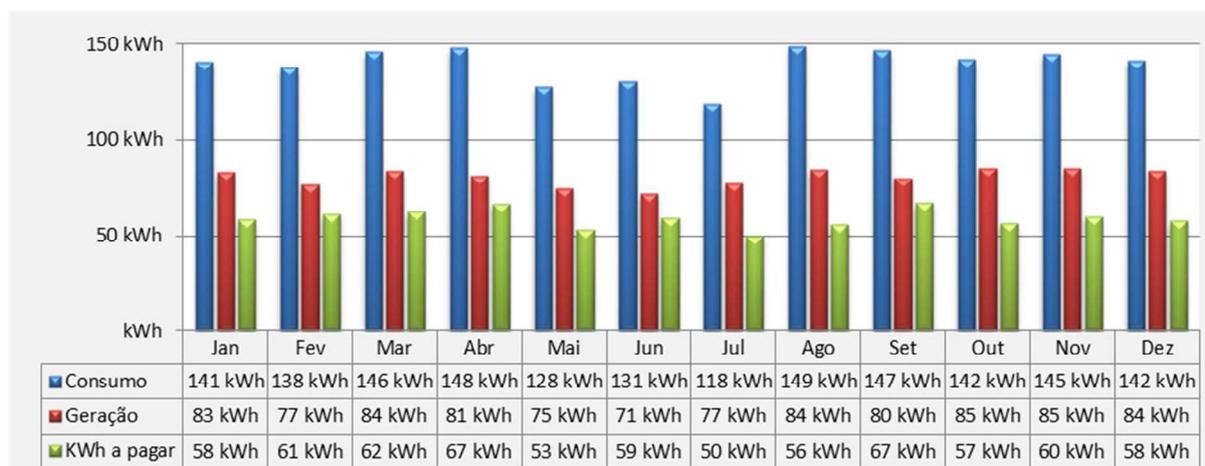


Figura 8. – Estimativa De Geração, Consumo E kWh a Pagar

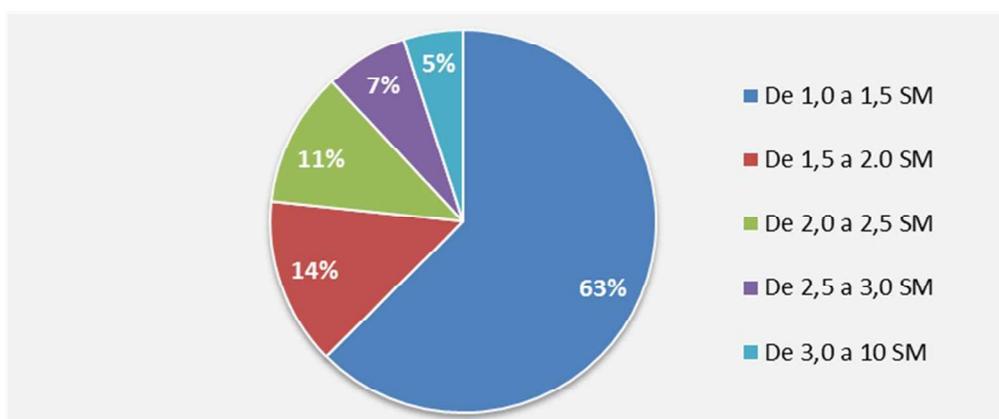
Fonte: CDHU, 2018

O custo da instalação de um Sistema Fotovoltaico como este na Planilha de construção de uma Residência nova da CDHU é por volta de R\$3.800,00 (três mil e oitocentos reais). Esse valor foi incorporado no total da construção da residência, como as Habitações de Interesse Social no Estado de São Paulo são parcialmente subsidiadas pelo governo, o custo de instalação desse sistema não onerará o valor pago pelos moradores na aquisição de uma casa nova, no programa da CDHU. As parcelas de financiamento a serem pagas pelos mutuários continuarão sendo determinada pela renda familiar do mesmo, sem sofrer alteração de valor devido ao benefício do Sistema Fotovoltaico.

8. IMPACTO DIRETO NA POPULAÇÃO.

Ao levantarmos a renda média das Habitações de Interesse Social do Estado de São Paulo produzidas pela CDHU temos que 62,6% das famílias têm renda familiar de 1 a 1,5 salário mínimo, veja **Figura 9**.

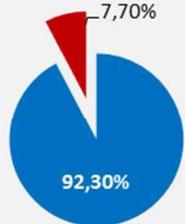
Figura 9. – Distribuição de Renda Familiar Mutuários CDHU



Fonte: CDHU, 2017

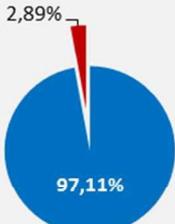
Tabela1. – Valor de Conta de Energia média Mutuários % da renda família

Renda familiar 1 salário mínimo	Valor Conta de energia 140kWh	%	Valor da Conta de Energia 50kWh	%
R\$ 1.108,38	R\$ 82,82	7,47%	R\$ 29,58	2,67%
R\$ 1.108,38	R\$ 87,22	7,87%	R\$ 31,15	2,81%
R\$ 1.108,38	R\$ 92,51	8,35%	R\$ 33,04	2,98%



BANDEIRA VERMELHA SEM SFV

- Renda familiar 1 salário mínimo
- Valor Conta de energia 140kWh



BANDEIRA VERMELHA COM SFV

- Renda familiar 1 salário mínimo
- Valor da Conta de Energia 50kWh

Para as famílias que tem a renda igual a um salário mínimo a conta de energia com a tarifa atual na Bandeira vermelha, quando consome 140kWh representa 7,7% do total da sua renda. Quando o consumo de 140kWh passa para 50kWh, o valor da sua conta de luz passa a representar apenas 2,89% do total da renda. Dessa forma fica claro que com o benefício do Sistema Fotovoltaico instalado nas Habitações de Interesse Social a parcela da renda familiar comprometida com ao custo da Energia Elétrica reduzirá bastante.

9. BIBLIOGRAFIA

- ALDABÓ, R. *Energia Solar*. São Paulo: Artliber Editora, 2001. 155p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil Brasília: Editora TDA, 201*.
- *Balço Energético Nacional - BEN - Ano base 2016*. Ministério de Minas e Energia. Brasília. 2017.
- BEZERRA, A.M. *Aplicações práticas da energia solar*. São Paulo: Editora Nobel, 2003. 134p. Editora Universitária, 1998. 243p.
- PALZ, W. *Energia solar e fontes alternativas*. Curitiba: Editora Hemus, 2010. 358p.
- CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS – CIIAGRO. *Monitoramento climatológico*. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br> Acesso em: 20 jul. 2018.