
SOLUÇÕES PARA MONITORAMENTO E REDUÇÃO DE CONSUMO ENERGÉTICO RESIDENCIAL.

CORRÊA, Alessandro Maciel Marques

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA - alemaciel15@gmail.com

MOURA, Jandelson Rodrigues de

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA - jandregi@hotmail.com

FERREIRA, Rafael Rodrigues

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA - rafaelrodriguesferreira25@gmail.com

MARTINS, Luyza Alves

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA - luyzaalvesmartins11@gmail.com

CARVALHO, Pedro Lucas

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA - pedrolucas020318@gmail.com

ALVES, Ricardo Henrique Fonseca

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA - ricardohenriquefa@gmail.com.br

Resumo

Por muitos anos, o uso racional da eletricidade não foi um fator com que todos se preocuparam. Com as mudanças climáticas, o aumento dos custos dos combustíveis fósseis e as questões ambientais, todos somos incentivados a adotar práticas que possam usar a eletricidade de forma mais inteligente. Este trabalho visou o estudo e a demonstração de como é possível se obter uma redução no consumo energético de uma residência simples. Para sua concepção foi feito um levantamento de cargas baseando-se em inquéritos sobre o consumo médio atual de famílias com no máximo 4 residentes e em cima desses dados foi realizado o cálculo de investimento e retorno utilizando as opções apresentadas no artigo. Estudos têm demonstrado que mudando hábitos simples, como reduzir a hora do banho, mudar a tecnologia de iluminação e mudar a geladeira acima mencionada, é possível reduzir o consumo de energia da casa. Através de um investimento mais refinado, 11 anos após a instalação, o consumo de energia elétrica ainda pode ser reduzido a custo zero com a instalação de painéis fotovoltaicos

Palavras-Chave: Sistema fotovoltaico, energia solar, análise econômica, sistema on-grid, painel.

1. Introdução

Em um país como o Brasil, a principal fonte de energia elétrica vem das hidrelétricas e, por muito tempo, não se preocupou com o uso racional da energia. Alguns anos depois, houve a necessidade de intervir na forma como a eletricidade é utilizada para aumentar a eficiência do processo e minimizar o desperdício. Com as mudanças climáticas, o aumento dos custos dos combustíveis fósseis e as questões ambientais, todos são incentivados a adotar práticas que possam usar a eletricidade de forma mais racional. Para tanto, este trabalho teve como objetivo um estudo de caso de consumo de energia elétrica em uma casa composta por uma família de quatro pessoas. A pesquisa realizada fez recomendações para a mudança de hábitos familiares, com o objetivo de reduzir o consumo de energia da casa. Além disso, também foi proposta a utilização de painéis fotovoltaicos em sistema On-Grid por ser mais vantajoso, que tiveram seus custos calculados e o retorno do investimento.

Nos últimos anos, devido ao desenvolvimento econômico, industrial e social do país, a demanda por eletricidade aumentou substancialmente, estes fatores estão intimamente relacionados a este crescimento é a capacidade de geração de energia do país. Atualmente, estamos cercados de aparelhos elétricos e eletrônicos em nosso dia a dia, e não podemos mais imaginar não os usar, como computadores, telefones celulares, chuveiros elétricos, geladeiras, etc. De acordo com a ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica (2019), em janeiro de 2019, a capacidade instalada de 7.250 unidades de geração de energia no Brasil era de 162.981 GW. Como os fatores climáticos e os aumentos de impostos levam ao aumento dos custos de energia, devemos considerar medidas para minimizar o consumo e torná-lo mais eficiente. Portanto, pesquisas sobre consumo residencial podem ser muito interessantes para investigar o consumo doméstico de energia.

2. Metodologia

A residência do estudo de caso está localizada em Anápolis, Estado de Goiás, Brasil. É habitada por uma família de quatro pessoas de diferentes idades e possui uma fonte de alimentação de entrada monofásica de 220 volts com um ponto neutro. Existem vários equipamentos de uso diário nesta casa, mas neste estudo de caso, apenas são considerados equipamentos com potência superior a 250W (Tabela 1), por serem os equipamentos mais importantes em termos de consumo de energia.

Tabela 1 - Lista de equipamentos da residência

Equipamento	Potência (W)	Horas em uso	Kw/h
Chuveiro Elétrico 1	4400	1	2,64
Chuveiro Elétrico 2	4400	1	2,64
Micro-ondas	800	0,5	0,400
Máquina de Lavar Roupas	900	4	2,16
Máquina de Café	1460	0,25	0,365
Ferro de Passar Roupas	1200	2	2,4
Secador de Cabelo	1200	0,3	0,360
Sanducheira	750	0,25	0,1875
Torradeira	800	0,25	0,200
Geladeira	155	24	3,72

Fonte: Autor

2.1. Cálculo do consumo de energia elétrica

Após verificar quais aparelhos são os maiores consumidores de energia elétrica, podemos calcular o consumo de energia durante o estudo. Como esse período é de apenas 7 dias, se mantivermos o padrão de consumo, faremos uma previsão de consumo ao final de um mês (30 dias). Para calcular o consumo de energia, podemos usar a seguinte equação (1). Na pesquisa em andamento, o medidor elétrico registra a potência a cada 30 segundos. Vamos começar com a análise, não há mudança na potência entre os intervalos de medição. Portanto, podemos calculá-lo assim:

$$\text{Consumo (kWh)} = \text{Potência Ativa (kW)} \times \text{N}^\circ \text{ de horas de operação (1)}$$

Considerando as horas de funcionamento mencionadas na Tabela 1, multiplicadas pela potência do equipamento, ao final de 30 dias, nosso consumo mensal é de 452,17 kWh / mês.

2.2. Sugestões para melhoria energética da residência

Ao investigar os hábitos e rotinas das casas estudadas, descobrimos que o consumo de energia é alto. Portanto, a fim de reduzir o consumo e melhorar a eficiência, discutiremos algumas mudanças necessárias para a residência.

2.3. Substituição da iluminação

A iluminação em casa pode ser um grande consumidor nas contas de luz. Atualmente, existem diferentes tecnologias para iluminação de ambientes. As lâmpadas incandescentes ou fluorescentes são tecnologias obsoletas. Elas consomem mais energia, mas são menos eficientes em termos energéticos. Uma das tecnologias que se utilizam hoje são as lâmpadas LED, por apresentarem menor consumo, maior eficiência energética e maior vida útil, sendo muito superiores à tecnologia anterior.

Figura 1 – Eficiência lâmpadas

EFICIÊNCIA	Menos		Mais	
TIPO				
	COMUM	HALÓGENA	CFL	LED
CONSUMO	40 W	28 W	8 W	4 W
	60 W	42 W	12 W	6 W
	75 W	53 W	15 W	8 W
	100 W	70 W	20 W	10 W
DURABILIDADE	1 ano	1-3 anos	6-10 anos	15-25 anos
ECONOMIA	×	até 30%	até 80%	até 95%

Fonte: EcoSoli

Pode-se observar que as lâmpadas LED são as lâmpadas mais eficientes em comparação com as outras lâmpadas. Seu consumo é 6 vezes inferior ao das lâmpadas incandescentes e 2,14 vezes inferior ao das fluorescentes. Como sugestão de melhoria, será feita a substituição das lâmpadas incandescentes ou fluorescentes por LED. Se alguma lâmpada for usada por muito tempo, como iluminação externa, é recomendável usar luzes LED. Ao mudar a iluminação, podemos reduzir o consumo doméstico de eletricidade em vários quilowatts-hora por mês, mas se considerarmos isso ao longo do ano, a economia será significativa.

2.4 Utilização dos chuveiros

Os chuveiros nesta residência são responsáveis por aproximadamente 29% do consumo doméstico de eletricidade. Você pode reduzir o consumo mudando alguns hábitos, como:

- Mudanças no horário do banho: Verificou-se que o tempo médio de banho na casa foi de 30 minutos. Alguns dermatologistas recomendam que o tempo de banho seja de 5 a 7 minutos. Nesta residência, o consumo de energia por banho de chuveiro é de 1,32 kWh. Se adotarmos a sugestão de reduzir o tempo do banho para 7 minutos, consumimos 0,548 kWh de energia elétrica por banho, o que significa uma redução de 41% no consumo de energia elétrica.
- Após entrevistas com familiares, apenas um residente relatou que fechava o chuveiro enquanto usava sabonete e xampu. Recomenda-se desligar o chuveiro ao usar sabonete e shampoo, pois não há necessidade de usar água durante o uso. Portanto, a água é aquecida e não é utilizada pelos moradores, resultando em desperdício de energia elétrica e água potável.

2.5 Substituição da geladeira

Uma geladeira é um aparelho elétrico que está sempre conectado à rede. O refrigerador doméstico é um modelo antigo com consumo de 155W. O refrigerador não utiliza a mais moderna tecnologia de sistema de refrigeração, nem possui a melhor estanqueidade e isolamento de temperatura.

2.6 Utilização de painéis fotovoltaicos

2.6.1 Energia fotovoltaica

A energia fotovoltaica é a conversão direta da energia solar em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico. Esse efeito ocorre em materiais semicondutores, e quando expostos aos fótons, elétrons livres são liberados de sua estrutura, gerando corrente elétrica. A maioria dos materiais semicondutores usa silício porque seus átomos têm quatro elétrons e formam uma rede cristalina. Quando adicionamos fósforo (cujo átomo tem cinco elétrons na camada de valência) a esse silício, um elétron se liga fracamente ao núcleo. O silício adicionado ao fósforo pode ser denominado uma substância do tipo N, ou seja, um doador de elétrons. Quando adicionamos boro ao silício, o silício é um elemento com apenas três elétrons na camada de valência, e um elétron estará faltando para satisfazer a rede de silício, então este material será caracterizado como material P porque não possui elétrons. Ao adicionar esses materiais, entraremos no PN. Ao expormos essa junção PN à fótons de luz, haverá o deslocamento de elétrons do material do tipo N para o material do tipo P, gerando assim uma corrente elétrica.

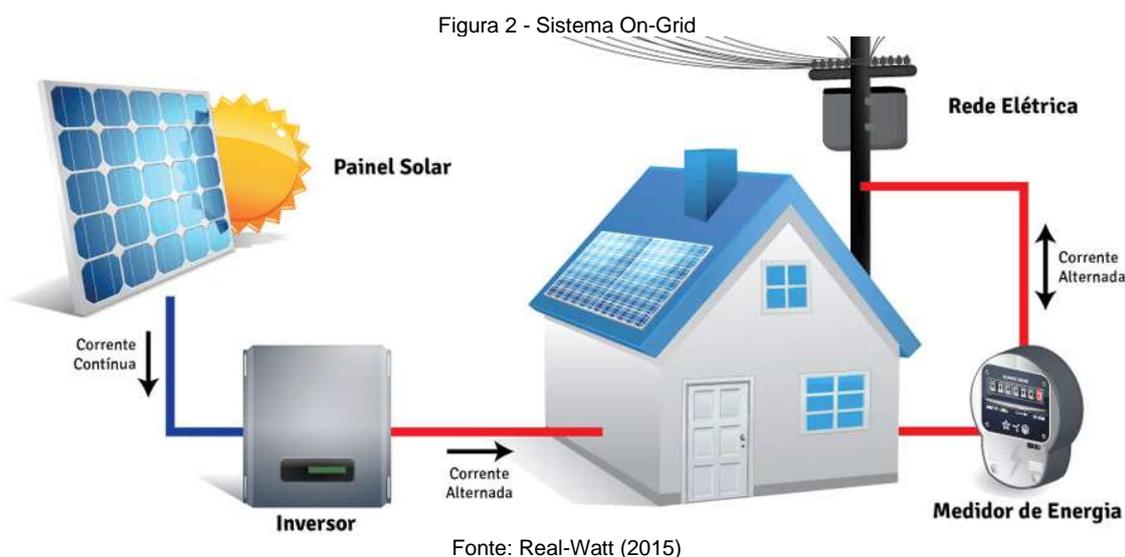
2.6.2 Painel fotovoltaico

Para encapsular esse material semicondutor formado por junções PN, painéis fotovoltaicos foram criados posteriormente. Existem vários fabricantes, modelos, tipos de materiais semicondutores e formatos de painel fotovoltaico no mercado. Entre os semicondutores mais usados para a fabricação de baterias, o silício é o mais

comumente usado. Essas células de silício são divididas em monocristalino, policristalino e amorfo com base nas características de sua estrutura molecular.

2.6.3 Sistema On-Grid

São sistemas fotovoltaicos conectados à rede. A Figura 2 ilustra o tipo de conexão conectada à rede. Nesta configuração, temos painéis fotovoltaicos para gerar eletricidade na forma de corrente contínua. A energia gerada é então encaminhada para um conversor de frequência, que geralmente converte uma tensão CC entre 12 volts e 30 volts para 127 volts ou 220 volts CA na saída do inversor, estamos conectados ao quadro de distribuição da casa. O quadro de distribuição também está conectado a um medidor elétrico inteligente, um medidor inteligente, que poderá distinguir o fluxo de energia gerado ou consumido pela casa. O sistema On-Grid não utiliza baterias para armazenamento de energia, ou seja, é necessário conectar-se à rede para que haja fornecimento de energia à noite, quando os painéis fotovoltaicos não serão iluminados pela energia solar. Se a quantidade de eletricidade gerada for maior do que a consumida, o medidor mostrará que o consumidor está gerando eletricidade para a rede e então tem o direito de usar os pontos. Se o consumo for maior do que a geração de energia, os consumidores arcarão com o custo do consumo excedente.



Uma tecnologia cada vez mais utilizada é o uso de painéis fotovoltaicos como método alternativo de redução do consumo de energia da rede. Ao gerar sua própria energia, os consumidores deixarão de consumir energia da rede, tornando o fornecimento de energia mais eficiente. Por se tratar de uma residência em área urbana e poder ser conectada à rede, utiliza um sistema fotovoltaico conectado à rede por ser um sistema mais barato e eficiente, pois seu funcionamento não depende de baterias. De acordo com a resolução ANEEL, REN 456/2000, os consumidores são responsáveis pelo pagamento do valor mínimo das contas de energia, independentemente de serem utilizadas ou não. Como a fonte de energia da casa estudada é monofásica, a capacidade de carga prescrita é de 30 kWh.

2.6.4 Avaliação do recurso solar

Quantificar a radiação solar é a primeira fase do projeto. É necessário verificar a incidência da radiação solar na cidade onde está localizada a residência para determinar a quantidade de painéis solares instalados. Usando o programa Google Maps, um sistema de mapeamento disponibilizado gratuitamente pelo Google na Internet,

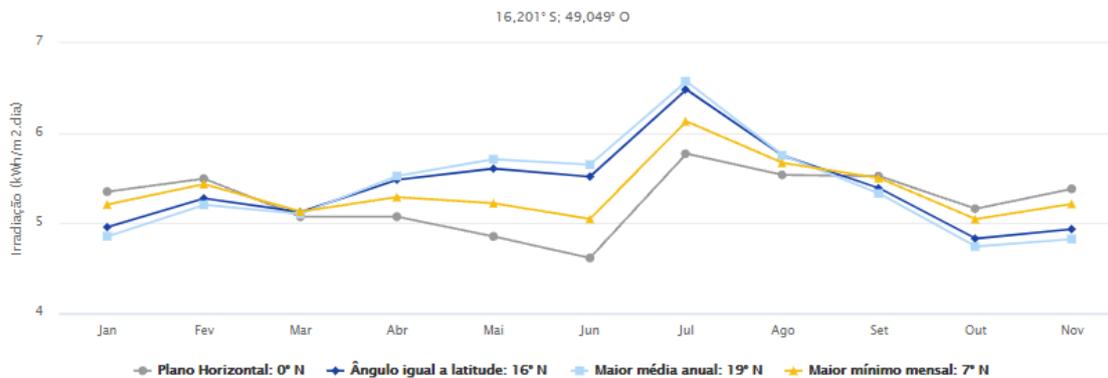
é possível encontrar as coordenadas de uma casa. Utilizando o programa SunData do CRESESB-Centro de Referência em Energia Solar e Eólica Sérgio Brito, que faz parte do CEPEL-Centro de Pesquisas em Energia Elétrica, podemos verificar a taxa de incidência solar nas proximidades da residência. Quando inserimos os dados no programa, obtivemos os gráficos da Tabela 2 e da Figura 3 com os valores da radiação solar.

Figura 3 – Irradiação Solar Anápolis

Estação: Anápolis
Município: Anápolis, GO - BRASIL
Latitude: 16,201° S
Longitude: 49,049° O
Distância do ponto de ref. (16,257222° S; 49,003861° O): 7,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m².dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,35	5,50	5,07	5,07	4,85	4,62	4,88	5,77	5,54	5,52	5,16	5,38	5,23	1,16
✓	Ângulo igual a latitude	16° N	4,96	5,28	5,12	5,48	5,61	5,52	5,76	6,49	5,75	5,39	4,83	4,93	5,43	1,65
✓	Maior média anual	19° N	4,88	5,20	5,10	5,52	5,71	5,85	5,89	6,57	5,75	5,33	4,74	4,83	5,43	1,83
✓	Maior mínimo mensal	7° N	5,21	5,43	5,13	5,29	5,22	5,05	5,30	6,13	5,67	5,50	5,05	5,22	5,35	1,08

Irradiação Solar no Plano Inclinado – Anápolis–Anápolis, GO–BRASIL



Fonte: CRESESB

Tabela 2 - Irradiação Solar no município

Mês	kWh/m².dia
Janeiro	4,86
Fevereiro	5,20
Março	5,10
Abril	5,52
Mai	5,71
Junho	5,65
Julho	5,89
Agosto	6,57
Setembro	5,75
Outubro	5,33
Novembro	4,74
Dezembro	4,83
Média	5,43

Fonte: CRESESB

De acordo com a Tabela 2, podemos observar que julho a outubro é o mês com a maior taxa de incidência solar, atingindo 6,49 kWh por metro quadrado por dia. Novembro é o mês de menor incidência, apenas 4,74 kWh por metro quadrado por dia. Para que o sistema funcione ao longo do ano, vamos considerar para cálculo a taxa de incidência solar de novembro.

2.6.5 Cálculo Painel Fotovoltaico

Para calcular os painéis fotovoltaicos, é necessário um processo iterativo, pois ao selecionar um conversor de frequência pode-se determinar sua eficiência e, então, chegar-se a um valor mais preciso. Neste estudo, usaremos 95% de eficiência para o conversor de frequência, pois é um valor típico para esta série de aplicação. O cálculo dos painéis fotovoltaicos parte do valor da incidência solar, e podemos calcular a área necessária para que os painéis solares possam gerar a demanda residencial.

$$\text{Área (m}^2\text{)} = \frac{\text{consumo diário (kWh)}}{\text{irradiação solar} \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}} \quad (3)$$

A equação (3) mostra como o cálculo é feito.

Utilizando o consumo médio mensal de 450 kWh, devemos descontar os 30 kWh pagos de acordo com a legislação em vigor, e assim teremos um consumo mensal de 420 kWh, gerado por painéis fotovoltaicos. Dividindo esse valor por 30, obtemos o valor de 14 kWh a ser gerado todos os dias. Substituindo o valor do consumo diário e a radiação solar na equação (3) em 4,74 kWh por metro quadrado por dia, teremos um valor de área de 2,96 metros quadrados. Para o estudo de caso, foi selecionado um painel fotovoltaico Canadiansolar (modelo CSI CS6P-235P) com uma potência máxima de 235 Wp. Algumas características dos painéis fotovoltaicos são apresentadas.

Placa Solar Canadian Solar - Modelo CS6P 235P - 235Watts

- Tecnologia: Policristalino - 60 células
- Potência da Placa Fotovoltaica: 235Watts
 - Eficiência: 14,61%
- Largura x Altura e Peso: 1.63m x 0,98m - 19kg
 - Inmetro: SIM
 - IEC 61215: SIM

Fonte: Canadasolar (2015)

Somente quando a eficiência do painel fotovoltaico for de 100%, será considerado o valor da área acima mencionada. A eficiência do painel fotovoltaico estudado é de 14,61%. Portanto, para que o valor da área a ser considerado seja de 14 kWh por dia, deve-se dividir a área por 14,61% e considerar também a eficiência do inversor, que é de 95%. O valor da área do painel solar, levando em consideração a eficiência do painel e do inversor, deve ser de cerca de 22 metros quadrados. A área de cada tabuleiro é de 1,63 metros quadrados. Para atingir a área necessária, serão utilizados 13,49 painéis e, a seguir, 15 painéis na composição dos painéis fotovoltaicos. O painel possui 15 painéis fotovoltaicos e será capaz de gerar uma potência total de 3525 Wp.

2.6.6 Escolha do Inversor de Frequência

Com as características elétricas dos painéis fotovoltaicos, o próximo passo será a seleção dos conversores de frequência. A potência do inversor deve ser maior ou igual à potência do sistema de painéis fotovoltaicos. Recomenda-se escolher um inversor com alto rendimento em todas as faixas de operação, pois isso evitará perdas no sistema, mesmo com baixo consumo de energia ou baixa radiação solar. No estudo de caso, foram selecionados o conversor de frequência Fronius modelo Primo 4.0-1. Este é um conversor de frequência especialmente projetado para operação em painel fotovoltaico.

Tabela 3 - Principais características do inversor de frequência

INPUT DATA	
Max. input current	12.0 A
Max. array short circuit	18.0 A
Min. input voltage	80 V
Nominal input voltage (Vdc)	710 V
OUTPUT DATA	
AC nominal output (Pac,r)	4,000 W
Max. output current (Iacmax)	17.4 A
Frequency (frequency range)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)
Total harmonic distortion	< 5 %
Power factor (cos φac,r)	0.85 - 1 ind. / cap.
GENERAL DATA	
Dimensions	645 x 431 x 204 mm
Weight	21.5 kg
Night time consumption	< 1 W
EFFICIENCY	
Max. efficiency	98.0 %
Europeanefficiency (ηEU)	97.0 %

Fonte: Fronius (2015)

3. Resultados e discussão

O valor total do investimento do sistema de painéis fotovoltaicos é mostrado na Tabela 4. O valor é aproximado, pois os principais equipamentos do sistema são importados, podendo haver alterações cambiais.

Tabela 4 - Investimento para aquisição do sistema fotovoltaico

Descrição	Preço Unitário	Quantidade	Preço Final
Placas fotovoltaicas Canadiansolar CSI CS6P-235P	R\$852,00	15	R\$12.780,00
Inversor FRONIUS modelo Primo 4.0-1	R\$7.627,00	1	R\$7.627,00

Kit de montagem Thesan para telhados 4 painéis	R\$1233,00	4	R\$4.932,00
Jogo de união para perfis Thesan	R\$54,00	3	R\$162,00
Quadro elétrico de proteção Corrente Contínua	R\$1.540,00	1	R\$1.540,00
80m de Cabo Solar Prysmian preto 4 mm	R\$8,53	80	R\$682,4
Par de conectores MC4	R\$120,00	4	R\$480,00
Instalação + Frete4	R\$5.000,00	1	R\$5.000,00
TOTAL			R\$33.203,40

Fonte: Autor

O período de retorno do investimento é o momento em que o capital de investimento começa a gerar lucros para seus investidores. Aqui, neste caso, será calculado o tempo de amortização do investimento do painel fotovoltaico e o início da geração de crédito à concessionária. Como pré-requisito para a análise do retorno do investimento, temos os seguintes pontos:

- Após a instalação do painel, o custo de energia a pagar é de apenas 30 kWh, pois este é o valor mínimo de consumo exigido por lei.
- Com base nas medições realizadas, o consumo mensal de energia elétrica da residência estudada é considerado de 450 kWh. Não há alteração no consumo esperado.
- Consideramos a projeção de inflação de 6% ao ano. Este valor será adicionado à conta mensal de energia elétrica.
- Para o cálculo do valor da energia elétrica, considera-se como alíquota média do ano de 2014 a alíquota do PIS / PASEP e COFINS, que é de 4,94%. Com base no consumo mínimo atual de 30 kWh, a conta de luz é de 16,42 reais, e a conta de energia de 450 kWh é de 246,33 reais, damos a previsão do retorno do investimento dos painéis fotovoltaicos nos próximos 20 anos na Tabela 5 (fotovoltaica média vida útil do painel).

Tabela 5 - Cálculo do Retorno do Investimento no painel fotovoltaico

Ano	Custo da Energia Elétrica Mensal para 30 kWh (R\$)	Custo da Energia Elétrica Mensal para 450 kWh (R\$)	Custo da Energia Elétrica Anual referência para cálculo do retorno de investimento(R\$)	R\$33.203,40 Total
1	R\$ 16,42	R\$ 246,33	R\$ 2.955,96	R\$ 30.247,44
2	R\$ 16,47	R\$ 246,38	R\$ 2.956,55	R\$ 27.290,89
3	R\$ 16,52	R\$ 246,43	R\$ 2.957,15	R\$ 24.333,74
4	R\$ 16,57	R\$ 246,48	R\$ 2.957,74	R\$ 21.376,00
5	R\$ 16,62	R\$ 246,53	R\$ 2.958,33	R\$ 18.417,67
6	R\$ 16,67	R\$ 246,58	R\$ 2.958,92	R\$ 15.458,75
7	R\$ 16,72	R\$ 246,63	R\$ 2.959,52	R\$ 12.499,23
8	R\$ 16,77	R\$ 246,68	R\$ 2.960,11	R\$ 9.539,12
9	R\$ 16,82	R\$ 246,73	R\$ 2.960,70	R\$ 6.578,42
10	R\$ 16,87	R\$ 246,77	R\$ 2.961,30	R\$ 3.617,12
11	R\$ 16,92	R\$ 246,82	R\$ 2.961,89	R\$ 655,24
12	R\$ 16,97	R\$ 246,87	R\$ 2.962,48	-R\$ 2.307,24

13	R\$ 17,01	R\$ 246,92	R\$ 2.963,07	-R\$ 5.270,32
14	R\$ 17,06	R\$ 246,97	R\$ 2.963,67	-R\$ 8.233,98

Fonte: Autor

Observando a Tabela 5, verifica-se que desde o 11º ano, a dedução do investimento em painéis fotovoltaicos está a ser efetuada. O valor anual é calculado subtraindo o valor da coluna "Custo mensal de energia elétrica de 450 kWh" da coluna "Custo mensal de energia elétrica de 30 kWh" e multiplicando-o por 12 meses

4. Conclusão

O desenvolvimento desta investigação mostra que as tecnologias de poupança de energia e os investimentos são diferentes, um dos pontos mais preocupantes é a utilização de sistemas fotovoltaicos, por se tratar de uma fonte de energia renovável e inesgotável. O investimento nesta área trará muitos benefícios. Reduzir as emissões de dióxido de carbono de usinas termelétricas que queimam combustíveis fósseis e geram eletricidade. O método utilizado para obter os dados de medição residencial pode ser aplicado a qualquer outro imóvel residencial ou comercial e industrial, pois tem se mostrado muito simples, rápido de configurar e confiável.

Ao analisar as medidas realizadas, pode-se obter um panorama do consumo de energia da residência, que mostra o uso inadequado do chuveiro devido aos longos banhos dos moradores. Outro ponto importante observado diz respeito ao consumo da geladeira. Por se tratar de um aparelho que vem sendo utilizado há vários anos, apresenta alto consumo de energia se comparado aos aparelhos modernos. Estudos têm demonstrado que mudando hábitos simples, como reduzir a hora do banho, mudar a tecnologia de iluminação e mudar a geladeira acima mencionada, é possível reduzir o consumo de energia da casa. Através de um investimento mais refinado, 11 anos após a instalação, o consumo de energia elétrica ainda pode ser reduzido a custo zero com a instalação de painéis fotovoltaicos. Uma vez que esta investigação se limita à análise da instalação de sistemas fotovoltaicos, ainda é possível dar continuidade ao estudo de outras tecnologias para poupar o consumo de energia através do aquecimento solar, eliminando assim a necessidade de águas balneares, reduzindo muito a procura de residências e mais reduzindo o investimento em sistemas fotovoltaicos.

