

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS – CAMPUS FORMIGA
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
ANA BÁRBARA DE ALMEIDA

ANÁLISE ECONÔMICA DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA DE UMA RESIDÊNCIA NA
CIDADE DE DIVINÓPOLIS-MG

FORMIGA – MG

2018

ANA BÁRBARA DE ALMEIDA

ANÁLISE ECONÔMICA DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA DE UMA RESIDÊNCIA NA
CIDADE DE DIVINÓPOLIS-MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Formiga, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Msc. Rafael Vinícius Tayette da Nobrega

Formiga – MG

2018

ANA BÁRBARA DE ALMEIDA

ANÁLISE ECONÔMICA DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA DE UMA RESIDÊNCIA NA
CIDADE DE DIVINÓPOLIS-MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal
de Minas Gerais como requisito para obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Avaliado em: 13 de junho de 2018.

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Rafael Vinicius Tayette da Nobrega

Prof^a. MSc. Ana Paula Lima dos Santos

Prof. Dr. Ricardo Carrasco Carpio

Formiga/MG, 13 de junho de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me permitido concluir mais essa etapa em minha vida. Ele que sempre escutou meus apelos nas horas de desesperos e sufocos.

Ao meus pais, Nilva e Geraldo, por todo o amor, carinho e compreensão. Sem vocês eu não teria chegado onde cheguei e nem seria a pessoa que sou hoje. E a família em geral que torceram e rezaram por mim.

Ao meu namorado, Robson, que escutou minhas reclamações por diversas vezes, minhas brigas e estresses. Também por ter sido meu maior incentivador, afinal a escolha pela área foi por sua causa.

Aos meus colegas de curso, principalmente Andreza e Bruna, por terem suportado minhas crises e ataques de nervo, pelas risadas, parcerias e acima de tudo pela amizade de vocês.

Aos professores, agradeço por cada ensinamento, lição e por terem ensinado a respeitar e amar a profissão de Engenheira Eletricista. Em especial ao meu orientador Prof. Msc. Rafael por ter aceitado acompanhar essa reta final da minha trajetória.

Enfim, obrigada a todos aqueles que, direta ou indiretamente, participaram desse momento em minha vida e compartilham comigo essa vitória.

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento. ”

(Frederick Herzberg)

RESUMO

Em 2015, a ONU criou o Ano Internacional da Luz com a intenção de sensibilizar os governos sobre o fato de ainda existirem 1,5 bilhões de pessoas que não possuem acesso à energia elétrica no mundo. No Brasil, a maior parte da energia elétrica é proveniente de hidrelétricas. Com a grande queda nas chuvas nos últimos anos, o nível dos rios e represas vem reduzindo bastante, logo, torna-se necessário buscar novas formas de produção de energia. Desde então, busca-se utilizar outras fontes de energias renováveis, dentre elas a energia fotovoltaica. Desta forma, no presente trabalho, realizou-se a análise econômica de um sistema fotovoltaico conectado à rede de uma residência na cidade de Divinópolis-MG. Primeiramente, dimensionou-se os painéis fotovoltaicos e o inversor do sistema, em função da demanda da unidade consumidora. De posse do dimensionamento do sistema, desenvolveu-se o levantamento dos custos dos equipamentos e da mão de obra necessária para a execução do projeto, cujo valor estimado foi de trinta mil reais. Posteriormente, calculou-se o tempo de retorno do investimento (*payback*), levando em conta as perdas no sistema fotovoltaico. Ao final do trabalho apresentou-se as linhas de crédito disponíveis para o consumidor financiar seu projeto, realizando também a simulação de duas linhas de crédito disponíveis, Caixa Econômica Federal e BV Financeira. No sistema sem financiamento são necessários 8 anos para recuperar o investimento, já no financiamento pela Caixa Econômica são necessários 19 anos e pela BV Financeira 14 anos, levando em conta que será financiado 100% do valor do projeto.

Palavras-chave: Sistema fotovoltaico. Energia Solar. Análise Econômica. Dimensionamento Fotovoltaico. Financiamento Fotovoltaico.

ABSTRACT

In 2015, the UN created the International Year of Light with the intention of raising awareness among governments about the fact that there are still 1.5 billion people without access to electricity worldwide. In Brazil, most of the electricity comes from hydroelectric plants. With the great fall in the rains in the last years, the level of the rivers and dams has been reducing enough; therefore, it becomes necessary to look for new forms of energy production. Since then, other sources of renewable energy applied, among them photovoltaic energy. Thus, in the present work, the economic analysis of a photovoltaic system connected to the grid of a residence in the city of Divinópolis-MG was carried out. First, scaled up the photovoltaic panels and the inverter system, depending on the demand of the consumer unit. With the system sizing, a survey was carried out of the costs of the equipment and the manpower required for the execution of the project, estimated at thirty thousand reais. Subsequently, the payback time was calculated, taking into account the losses in the photovoltaic system. At the end of the work, the credit lines available to the consumer were presented, and the simulation of two available credit lines, Caixa Econômica Federal and BV Financeira, was presented. In the unfunded system, it takes 8 years to recover the investment, it will take 19 years for Caixa Econômica and BV Financeira for 14 years, taking into account that 100% of the project's value will be financed.

Keywords: Photovoltaic System. Solar Energy. Economic Analysis. Photovoltaic System Sizing. Photovoltaic Financing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Percentual de produção de energia no Brasil por tipo de geração.....	10
Figura 2 – Energia solar gerada em MW pelos estados brasileiros.....	11
Figura 3 – Mapa com a média anual brasileira da irradiação global horizontal.....	16
Figura 4 – Ampola de quartzo preenchida com vácuo para simular o efeito fotoelétrico.....	17
Figura 5 – Crescimento da produção de energia elétrica através de fontes renováveis.....	18
Figura 6 – Mapa mundial com a produção de energia elétrica através de fonte renováveis.....	19
Figura 7 – Usina Solar Longyangxia na China.....	20
Figura 8 – Usina Solar em Pirapora, Minas Gerais.....	21
Figura 9 – Estrutura de um sistema fotovoltaico <i>Off-Grid</i>	22
Figura 10 – Estrutura de um sistema fotovoltaico <i>On-Grid</i>	23
Figura 11 – Célula de um painel fotovoltaico.....	25
Figura 12 – Curvas características de tensão e corrente de uma placa fotovoltaica.....	25
Figura 13 – Associação em paralelo e em série de placas fotovoltaicas.....	26
Figura 14 – Gráfico com o fluxo de caixa do <i>payback</i> do sistema fotovoltaico.....	39
Figura 15 – Fluxo de caixa apresentado pelas instituições financeiras.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valor do acréscimo de acordo com as bandeiras tarifárias.....	12
Tabela 2 – Capacidade total de geração no ano de 2015.....	20
Tabela 3 – Sistema <i>on-grid</i> separado em sistema puro e híbrido.....	23
Tabela 4 – Consumo anual da residência.....	30
Tabela 5 – Dados de Irradiação Solar Diária Média Mensal (kWh/m ² .dia).....	31
Tabela 6 – Características do painel fotovoltaico YL300P-35b.....	32
Tabela 7 – Parâmetros do Inversor <i>grid tie</i> B&B Power SF 2200TL.....	35
Tabela 8 – Dados finais do dimensionamento desenvolvido.....	36
Tabela 9 – Levantamento de custos em relação ao valor do sistema.....	37
Tabela 10 – Custo total estimado para implementação do sistema fotovoltaico.....	37
Tabela 11 – Fluxo de caixa do sistema fotovoltaico.....	40
Tabela 12 – Dados referentes ao financiamento de cada instituição financeira.....	43

SUMÁRIO

1. Introdução.....	10
1.1 Problema.....	12
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Hipótese.....	13
1.4 Objetivo Geral.....	14
1.5 Objetivos Especificos.....	14
1.6 Estrutura do Trabalho.....	14
2. Referencial Teórico.....	16
2.1 Energia Solar Fotovoltaica e o Efeito Fotoelétrico.....	16
2.2 Panorama de Energia Solar no Brasil e no mundo.....	18
2.3 Sistemas Fotovoltaicos.....	21
2.3.1 Sistema Fotovoltaico <i>Off-Grid</i>	21
2.3.2 Sistema Fotovoltaico <i>On-Grid</i>	22
2.4 Componentes do Sistema de Conversão de Energia.....	24
2.4.1 Painel Fotovoltaico.....	24
2.4.2 Medidor de Energia Elétrica.....	26
2.4.3 Inversor de Frequência.....	26
2.4.4 Controlador de Carga.....	27
2.4.5 Bateria.....	27
2.5 Geração Distribuída.....	28
2.6 Resolução Normativa nº687/2015.....	29
3. Metodologia Desenvolvida.....	30
3.1 Dimensionamento dos Painéis Fotovoltaicos.....	30
3.2 Dimensionamento do Inversor.....	34
4. Resultados e Discussões.....	37
4.1 Investimento total para implementação do projeto.....	37
4.2 Tempo de Retorno do Investimento.....	38
4.3 Financiamentos Disponíveis para Sistemas fotovoltaicos.....	40
4.4 Simulação do Financiamento para Pagar o Sistema Fotovoltaico.....	43
5. Conclusões	46
6. Trabalhos Futuros.....	48
7. Referências Bibliográficas.....	49
Anexo A	55

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a energia elétrica se tornou um dos fatores para determinar se um país é desenvolvido ou não. Isso porque a energia auxilia no desenvolvimento econômico e social ao fornecer as pessoas melhorias nas ações de comunicação, locomoção e térmicas presentes em seus dia-a-dia (ANEEL, 2008).

A disponibilidade energética deveria se manter compatível com o acentuado aumento do consumo provocado por um novo ciclo de crescimento econômico, observado principalmente nos países em desenvolvimento. Entretanto, as fontes tradicionais teriam que ser substituídas por recursos menos agressivos ao meio ambiente. Além disso, os consumidores seriam induzidos a substituir energéticos mais poluentes por outros de menor impacto ambiental e a aderir a práticas mais eficientes, por meio das quais é possível obter o mesmo resultado utilizando menor quantidade de energia (ANEEL, 2008).

O Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) é composto de diversas fontes de energia elétrica, sejam elas renováveis ou não. Apesar disso, no Brasil, um país com aproximadamente 207 milhões de habitantes, segundo o IBGE (IBGE, 2017), ainda existem cerca de 190 mil residências familiares sem acesso à energia elétrica, de acordo com o Ministério de Minas e Energia (EXAME, 2015).

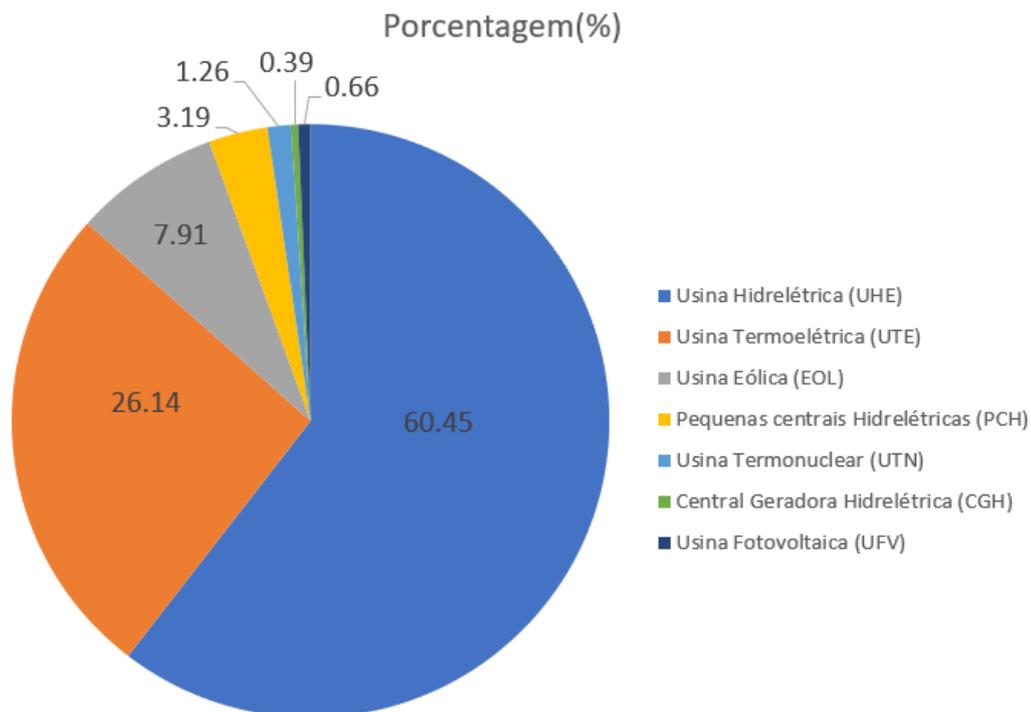


Figura 1 – Percentual de produção de energia no Brasil por tipo de geração.

Fonte: Figura adaptada de (ANEEL, 2018).

O que se observa nos últimos anos é que a busca por energias que sejam renováveis e menos agressivas ao meio ambiente tem crescido consideravelmente. De acordo com a ANEEL (ANEEL, 2018), o Brasil possui cerca de 158,1 milhões de quilowatts (kW) de potência instalada, distribuídas por fontes conforme a Figura 1.

Por se tratar de um país tropical, o Brasil, possui abundância em radiação solar. Com isso, a implantação de UFV tem crescido. Estima-se que exista cerca de 312 megawatts (MW) de potência instalada, como é mostrado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) na Figura 2, na qual é possível observar que o estado da Bahia (BA) e Minas Gerais (MG) são os que possuem maior quantidade de geração de energia fotovoltaica em comparação a outros estados.

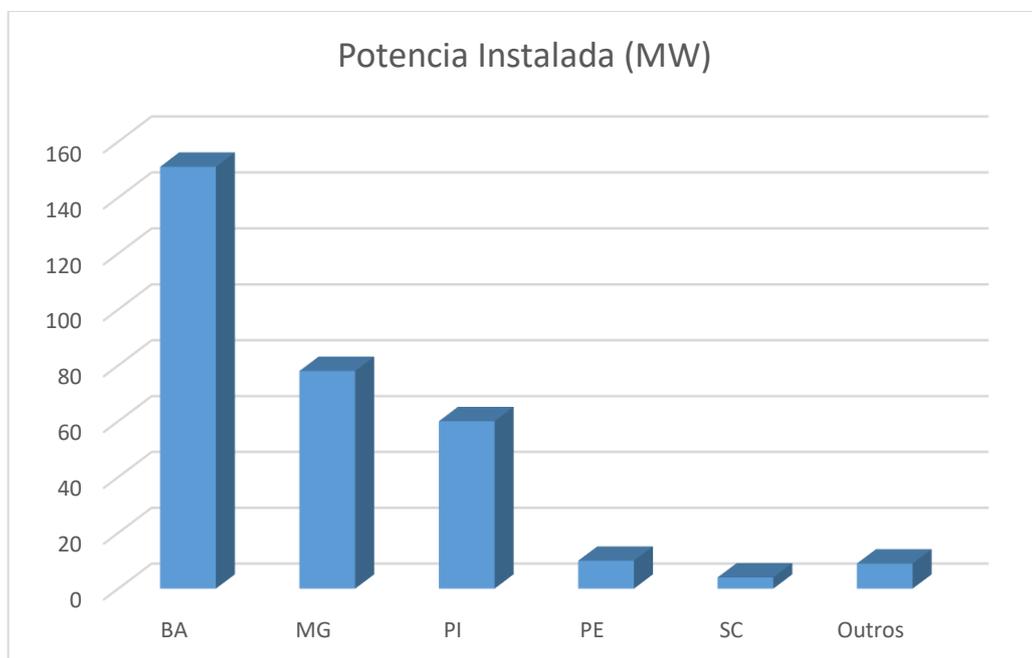


Figura 2 – Energia solar instalada em MW pelos estados brasileiros.

Fonte: Figura adaptada de (MME, 2017).

Dessa forma, em novembro de 2003, foi aprovado pelo governo brasileiro o programa Luz para Todos, que visava acabar com os excluídos elétricos do país. Geralmente essas famílias se localizam em zonas rurais e de difícil acesso, por isso consequentemente com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) baixo. Como resultado deste programa, 13 anos após ser iniciado, 15,9 milhões de moradores rurais já estavam sendo abastecidos por energia elétrica. Além dos beneficiados pelo programa, o mesmo ainda possibilitou a criação de 498 mil novos empregos. Em 2013, o MME fez uma pesquisa e constatou que 92,9% dos atendidos pelo programa tiveram uma melhora significativa na qualidade de vida (MME, 2009).

Ainda nesta linha de popularização da geração de energia elétrica, em dezembro de 2015, o MME lançou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) para incentivar a produção de energia elétrica pelos próprios consumidores através de fontes renováveis. O maior incentivo foi para a UFV.

“Esse é um projeto ousado, que se propõe a movimentar investimentos de R\$ 100 bilhões no cenário da macroeconomia atual, nos próximos 15 anos, [...]”

Eduardo Braga

Neste contexto, a geração distribuída traz benefícios para ambas as partes envolvidas, consumidor e SEB. Como a produção está próxima ao consumidor, os investimentos com linhas de transmissão reduzem e devido ao não uso das mesmas faz com que hajam menos perdas. Até 2030, estima-se que 23.500 MW já serão gerados pelos consumidores.

Com isso, neste trabalho de conclusão de curso é proposto a implementação de um sistema fotovoltaico em uma residência localizada na cidade de Divinópolis – MG, no intuito de reduzir os gastos com energia elétrica.

1.1 Problema

Mesmo com todo o crescimento das tecnologias, no Brasil, ainda existem muitas famílias que não possuem disponibilidade de energia elétrica (EXAME, 2015). Sem falar que, mesmo as que já possuem acesso, estão pagando muito mais caro por suas contas devido ao aumento no valor da produção do quilowatt-hora (kWh) (ANEEL, 2017a).

Tabela 1 – Valor do acréscimo de acordo com as bandeiras tarifárias.

COR DA BANDEIRA	VALOR DO ACRESCIMO A CADA kWh CONSUMIDO E FRAÇÕES (R\$/kWh)
Verde	0,00
Amarela	0,01
Vermelha 1	0,03
Vermelha 2	0,05

Fonte: Tabela adaptada de (ANEEL, 2015).

Desde o ano de 2015, nas contas de energia passaram a vigorar o sistema de bandeiras tarifárias. Elas são para que o consumidor possa identificar como está a situação de produção de energia no país. Existem três tipos de bandeiras e eles são apresentados na Tabela 1. Na Nota Técnica nº 136/2017 - SRG/ ANEEL foram propostos novos valores para cada tipo de bandeira, onde as quais valeriam a partir de novembro de 2017 (ANEEL, 2015; ANEEL, 2017b).

Assim, para minimizar os problemas supracitados, no presente trabalho, realizou-se uma análise econômica da implantação do sistema de conversão de energia solar em energia elétrica (sistema fotovoltaico) para consumidores residenciais, buscando reduzir os gastos nas contas de energia e contribuir com a produção de energia fotovoltaica do país. Além de estudar alternativas para a Unidade Consumidora obter o financiamento de todo o custo do projeto.

1.2 Justificativa

Com a grande redução nas chuvas que vem acontecendo nos últimos anos, o SEB que é abastecido predominantemente por UHE esbarrou em um grande problema. O Operador Nacional do Sistema (ONS) estimou que na região do Sudeste espera-se apenas 67% da média histórica de precipitação esperada para a estação. Já no sul e nordeste o esperado é de 33% e 30%, respectivamente. Com isso, é necessário acionar UTE para compensar o que as UHE não conseguem produzir. O ONS apontou que a operação do sistema subirá para R\$ 672,73 por megawatt-hora, o que antes era R\$ 599,90. Devido ao alto valor da inserção das UTE, a UFV se tornou uma opção viável, por ser de rápida instalação e possibilitar aos consumidores economia em suas contas de energia (REUTERS, 2017). Dessa forma, o presente trabalho propõe um sistema fotovoltaico para abastecer uma unidade consumidora residencial da cidade de Divinópolis – MG, além de estimar os custos e tempo de retorno desse projeto.

1.3 Hipótese

A questão energética não é apenas uma preocupação do Brasil. Com todas as mudanças climáticas que vem acontecendo nos últimos anos, saber utilizar os recursos naturais e fontes renováveis de energia se tornou crucial. Em 2016, os países que possuíam maior geração de energia através de painéis fotovoltaicos são China, Estados Unidos e Japão (MME, 2017). Eles investiram firmemente na implantação de painéis fotovoltaicos no intuito de conseguirem uma fonte alternativa de produção de energia já que suas fontes energéticas predominantes eram fontes não renováveis de energia. Assim, este trabalho irá mostrar como o sistema fotovoltaico

pode ser uma alternativa para auxiliar na geração de energia do Brasil, já que a produção por meio das hidrelétricas tem caído nos últimos anos.

1.4 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho consiste em fazer uma análise econômica da implementação de um sistema de geração fotovoltaico em uma unidade consumidora residencial localizada na cidade de Divinópolis - MG, com o intuito de verificar todos os custos de implementação, assim como financiamentos disponíveis para este tipo de projeto. A geração de energia estará ligada ao SEB, sistema *On-Grid*, o que proporcionará economia na conta de energia ao consumidor.

1.5 Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral deste trabalho seja alcançado é necessário estabelecer alguns objetivos específicos. Eles são:

- Realizar estudo bibliográfico sobre a conversão de energia solar em elétrica;
- Conhecer como funciona o sistema *On-Grid* e condições para sua instalação;
- Coletar as contas de energia elétrica do consumidor residencial que será atendido pelo sistema fotovoltaico;
- Dimensionar os painéis e os demais equipamentos necessários;
- Realizar o levantamento dos custos com materiais e mão-de-obra para a instalação do sistema;
- Analisar o tempo de retorno de investimento (*payback*) do sistema implementado.
- Verificar linhas de créditos disponíveis no Brasil que financiem este tipo de projeto;
- Simular e analisar o plano de financiamento para a Unidade Consumidora em questão.

1.6 Estrutura do Trabalho

Esse trabalho é organizado em sete capítulos, sendo que o Capítulo 2 possui um levantamento bibliográfico sobre os principais temas necessários para a compreensão do sistema fotovoltaico, como informações sobre os tipos de sistemas fotovoltaicos e seus

principais componentes, bem como a apresentação da Resolução Normativa (REN) da ANEEL nº 687 de 2015. Já o Capítulo 3, apresenta a metodologia utilizada no dimensionamento do sistema desenvolvido neste trabalho. Os resultados obtidos são discutidos no Capítulo 4. No Capítulo 5, são apresentadas as conclusões do trabalho. Algumas sugestões para trabalhos futuros são citadas no Capítulo 6, e por fim, as referências bibliográficas utilizadas são dispostas no Capítulo 7.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os estudos realizados sobre os sistemas fotovoltaicos, seus tipos, os componentes de cada um deles; a utilização deste tipo de energia no Brasil e no mundo e uma apresentação em síntese da Resolução Normativa nº 687/2015 da ANEEL.

2.1 Energia Solar Fotovoltaica e o Efeito Fotoelétrico

Energia solar fotovoltaica é aquela proveniente dos raios solares recebidos pela Terra. A quantidade recebida é influenciada por diversos fatores, como: temperatura, vegetação, quantidade de nuvens presentes durante o dia, além da quantidade de gases presentes no ar. Ainda assim é possível transformar esta radiação em energia fotovoltaica. Sua utilização vem crescendo nos últimos anos por se tratar de uma fonte renovável de energia e não trazer danos ao meio ambiente (PORTAL ENERGIA, 2017).

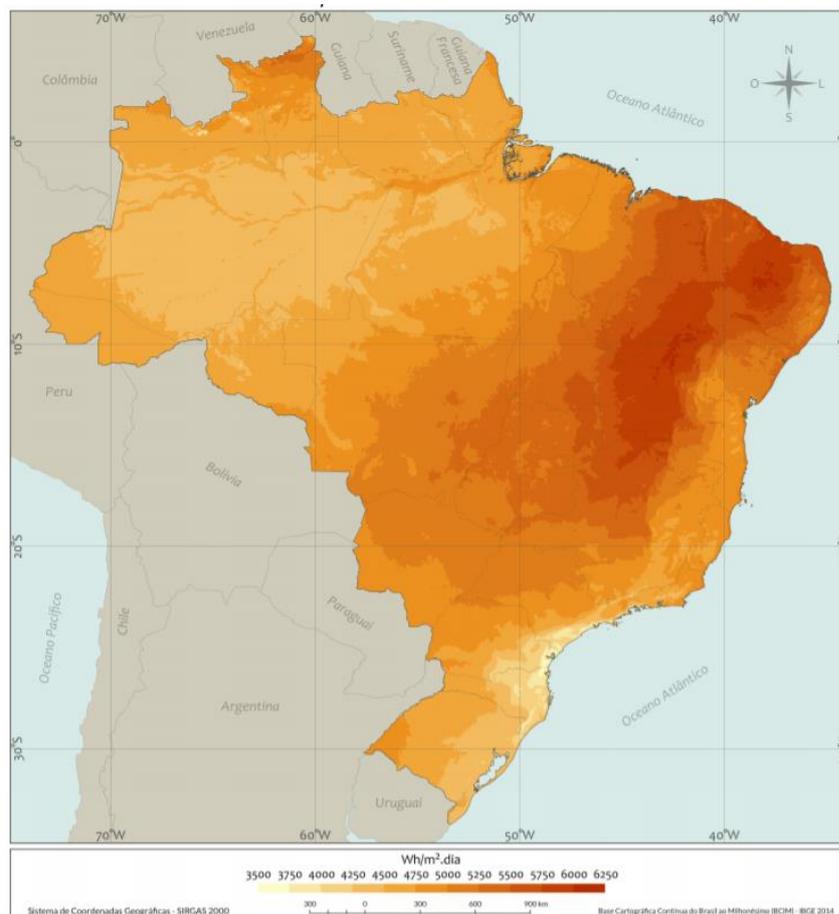


Figura 3 – Mapa com a média anual brasileira da irradiação global horizontal.

Fonte: Figura extraída de (INPE, 2017).

O Brasil, por estar bem próximo à linha do Equador, tem grande potencial na geração desse tipo de energia, porém devido à sua grande extensão territorial possui variação no valor de radiação solar recebido. A Figura 3, baseada em estudos feitos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), mostra esta variação e nela é observado que a radiação na região nordeste e parte da região sudeste são mais altas. Os valores mostrados no mapa são uma média anual da irradiação horizontal (INPE, 2017). A análise deste gráfico permite dizer que o Brasil é uma grande potência no que diz respeito a energia solar, bastando então que incentivos sejam feitos para que seu aproveitamento seja satisfatório (CAPITELLI, 2014).

Para que a energia solar fotovoltaica se torne energia elétrica é necessária uma conversão. Para isso, surge o efeito fotoelétrico (EF). Esse efeito ocorre quando há a emissão de elétrons por um metal quando este é exposto a radiação solar (IFI-UNICAMP, [20--]).

A primeira vez em que esse efeito foi observado foi em 1839 por Edmond Becquerel, físico francês. Ao expor ao sol duplas placas de latão imersas em um eletrólito era produzido eletricidade. Já no ano de 1883, Charles Fritts, um inventor americano, desenvolveu a primeira bateria solar. Em 1900, Phillip Lenard, estagiário de Heinrich Hertz, construiu um equipamento, Figura 4, que permitia a observação do EF. Este equipamento era composto por duas chapas de metal envoltas por um tubo, no qual não havia ar. Albert Einstein, no ano de 1905, também deu sua contribuição para entender o efeito, a partir do seu trabalho intitulado “Sobre um ponto de vista heurístico a respeito da produção e transformação da luz” (BRAGA, 2008).

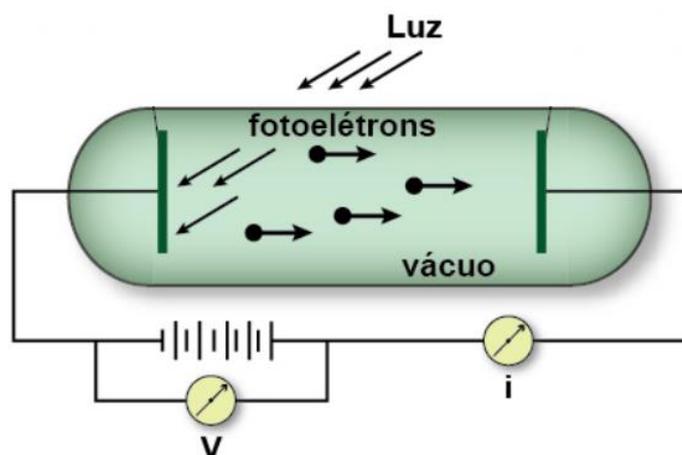


Figura 4 – Ampola de quartzo preenchida com vácuo para simular o efeito fotoelétrico.

Fonte: Figura extraída de (IFI-UNICAMP, [20--]).

Na próxima seção é apresentado um breve panorama da produção de energia no Brasil e também no mundo.

2.2 Panorama de Energia Solar no Brasil e no Mundo

Com o grande desenvolvimento nas tecnologias que auxiliam na produção da energia elétrica por meio da energia fotovoltaica houve um aumento significativo no uso da energia para complementar a matriz energética dos países. Isso ocorre devido às vantagens que as fontes de energias renováveis apresentam, como serem de baixo impacto ambiental comparado as fontes não renováveis e a redução na emissão de gases poluentes (PORTAL ENERGIA, 2017).

Segundo dados da Agência Internacional de Energia (IEA), no ano de 2015 as energias renováveis foram responsáveis por 22,8% da produção de energia mundial. No ano de 2016 foram gerados 310.000.000 Megawatt-hora (MWh) no mundo. A partir da Figura 5 é possível identificar o crescimento em três países diferentes: Brasil, Estados Unidos e China (IEA,2017). A unidade de medida Mtoe, apresentada no gráfico, é milhões de toneladas de óleo equivalente e 1 Mtoe equivale a 11.630.000 MWh. A Figura 6 mostra este crescimento comparando o ano de 2010 com o ano de 2015. Quanto maior for o círculo no mapa, maior é a produção. O Brasil ocupa a 4ª posição no ranking dos países que mais produzem energia elétrica através de fontes renováveis (IEA, 2017).

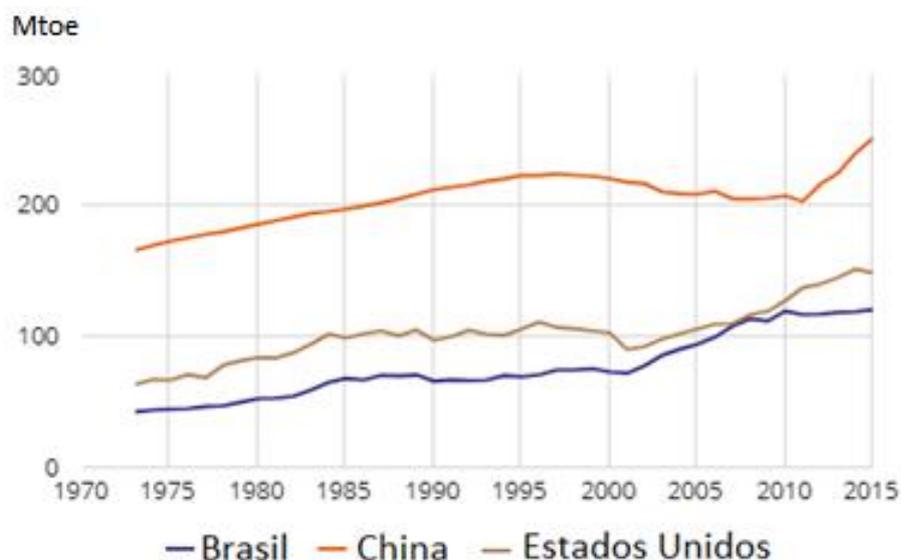


Figura 5 – Crescimento da produção de energia elétrica através de fontes renováveis.

Fonte: Figura adaptada de (IEA, 2017).

Observando o panorama mundial sobre fontes renováveis de energia, a Tabela 2 mostra um *ranking* com os 5 maiores produtores em cada modalidade de produção para o ano de 2015.

Tabela 2 – Capacidade total de geração no ano de 2015.

MODALIDADE	1°	2°	3°	4°	5°
Bioenergia	Estados Unidos	China	Alemanha	Brasil	Japão
Geotérmica	Estados Unidos	Filipinas	Indonésia	México	Nova Zelândia
Fotovoltaica	China	Alemanha	Japão	Estados Unidos	Itália
Eólica	China	Estados Unidos	Alemanha	Índia	Espanha

Fonte: Tabela adaptada de (REN21, 2017).

No início do ano de 2017, o Brasil estava produzindo 90 MW de energia a partir de fontes de energia fotovoltaica. Já no início do ano de 2018 o Brasil atingiu uma marca importante, alcançou uma potência de 1.000 MW o que é suficiente para abastecer 500 mil residências. Minas Gerais é o estado que mais contribui para esses números e segundo Rodrigo Lopes Saaia, presidente executivo da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), isso se dá devido a excelente incidência solar, as tarifas elevadas de energia elétrica e por contar com uma das melhores legislações estaduais em desenvolvimento da fonte de energia solar (ABSOLAR, 2018).



Figura 7 – Usina Solar Longyangxia na China.

Fonte: Figura extraída de (SOLSTICIO, 2017).

A maior usina fotovoltaica instalada no mundo está localizada na China, Figura 7, e produz 850 MW e possui uma extensão de aproximadamente 2,6 mil hectares. Já a maior usina brasileira está localizada na cidade de Pirapora em Minas Gerais, Figura 8, cuja estimativa de produção para o primeiro semestre de 2018 é de 400 MW em uma extensão de 800 hectares.



Figura 8 – Usina Solar em Pirapora, Minas Gerais.

Fonte: Figura extraída de (PRESSE, 2017).

Na próxima seção são apresentados os tipos de sistemas fotovoltaicos existentes, o conectado à rede (*on-grid*) e o desconectado da rede (*off-grid*).

2.3 Sistemas Fotovoltaicos

Um sistema fotovoltaico é capaz de gerar energia elétrica com placas fotovoltaicas utilizando o efeito fotoelétrico. Este sistema é dividido em sistema *on-grid*, conectado à rede, e *off-grid*, sem conexão à rede (SILVA; A, 2014).

2.3.1 Sistema Fotovoltaico *Off-Grid*

O sistema *off-grid* não possui ligação com a rede de distribuição de energia elétrica, por isso ele necessita de sistemas que sejam capazes de armazenar a energia produzida para que ela seja fornecida nos momentos em que não houver sol (BOSO, 2015).

Geralmente este tipo de sistema é composto pelo painel fotovoltaico, controlador de carga, o banco de baterias e o inversor. Quando é necessário atender uma carga de corrente contínua ela é atendida direta pelo banco de bateria e quando é corrente alternada ela é atendida após o inversor (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

Na Figura 9 é visto o sistema *off-grid*, na qual estão suas partes componentes e o fluxo de energia que sai das placas até chegar na carga. Este sistema pode ser usado para alimentar sistemas de bombeamento, produção de hidrogênio, iluminação pública, telecomunicações, cercas elétricas, eletrificação de redes rurais, entre outros.

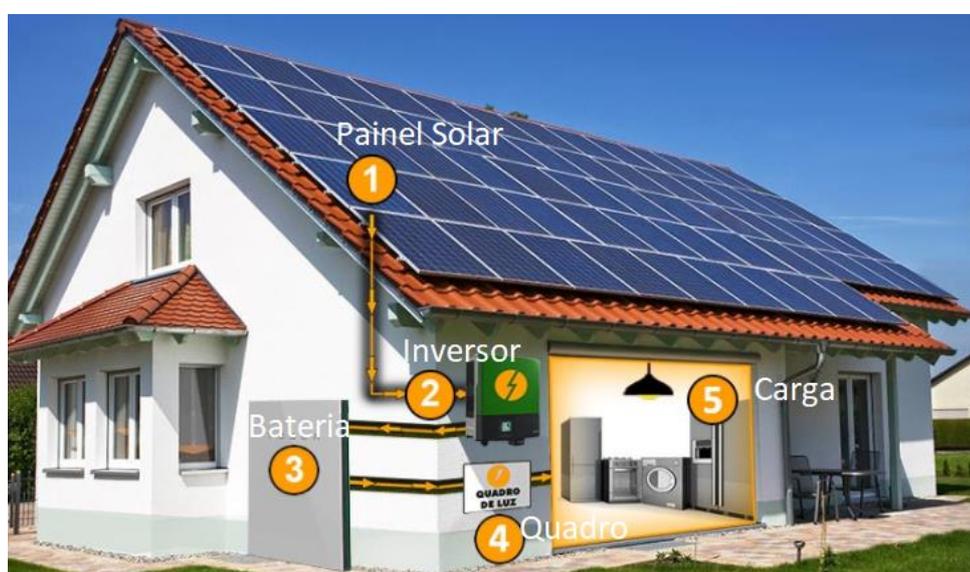


Figura 9 – Estrutura de um sistema fotovoltaico *Off-Grid*.

Fonte: Figura adaptada de (PORTAL SOLAR, [201-]).

2.3.2 Sistema Fotovoltaico *On-Grid*

O sistema fotovoltaico *on-grid* é aquele que está ligado diretamente à rede de distribuição da concessionária. Ele é responsável por produzir energia para abastecer residências e estabelecimentos comerciais com a finalidade de reduzir a quantidade de energia elétrica retirada da rede pública (VILLALVA; GAZOLI, 2013a). O que o sistema *on-grid* produz que não é aproveitado pelo consumidor é devolvido à concessionária e fica como crédito por um período de três anos. O consumidor pode optar por usar esses créditos em mais de uma residência ou estabelecimento (BOSO, 2015).

A Figura 10 mostra um sistema *on-grid* que é composto por painéis solares, inversores de frequência, medidores bidirecionais e a rede de distribuição. Parte do sistema possui corrente

contínua, dos painéis ao inversor, e parte dele em corrente alternada, do inversor à rede de distribuição.

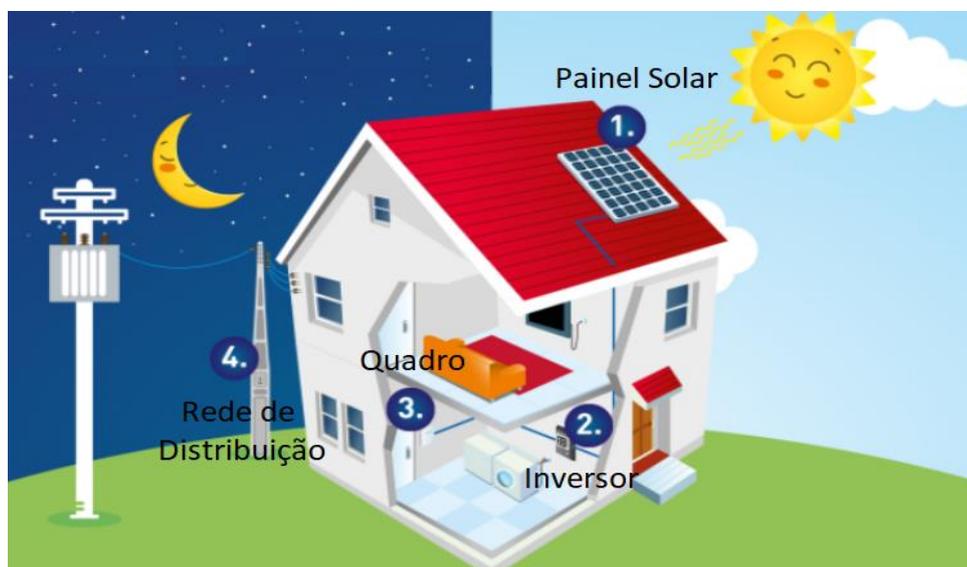


Figura 10 – Estrutura de um sistema fotovoltaico *On-Grid*.

Fonte: Figura adaptada de (VIRIDIAN, 2017).

O sistema conectado à rede elétrica pode ser dividido em puros e híbridos. Nos dois casos, os consumidores são atendidos por tensão alternada. A Tabela 3 mostra detalhadamente sobre os dois tipos de sistema *on-grid*.

Tabela 3 – Sistema *on-grid* separado em sistema puro e híbrido.

TIPO DE SISTEMA	ACUMULO DE ENERGIA ELÉTRICA	COMPONENTES	APLICAÇÃO
Puro	Não	Inversor	Aplicações residenciais, comerciais e industriais, produção de energia para a rede pública, etc.
Híbrido	Não	Inversor e gerador complementar	Aplicações residenciais, comerciais e industriais, produção de energia para a rede pública, etc.
	sim	Inversor, gerador complementar e acumulador	Eletrificação rural, uso industrial, suprimento ininterrupto de energia, etc.

Fonte: Tabela adaptada de (SILVESTRI; TAKASAKI, 2014).

Após a descrição dos sistemas fotovoltaicos, na próxima seção são apresentados os componentes dos responsáveis pela conversão da energia solar em energia elétrica.

2.4 Componentes do Sistema de Conversão de Energia

Dentro dos dois tipos de sistemas de conversão de energia existem equipamentos que auxiliam neste processo, como os painéis fotovoltaicos, medidores bidirecionais, inversores, controladores de carga e baterias. Nesta seção são mostrados o funcionamento de cada equipamento em seu respectivo sistema.

2.4.1 Painel Fotovoltaico

Os painéis fotovoltaicos são constituídos de células que são capazes de transformar energia solar em energia elétrica através do efeito fotoelétrico. Essas células são constituídas de materiais semicondutores tratados quimicamente para serem mais puras possíveis (MIRANDA, 2014). Geralmente elas são constituídas de silícios cristalinos, como o silício monocristalino (m-Si) e o silício policristalino (p-Si), ou de filmes finos, como silício amorfo (a-Si), telureto de cádmio (CdTe), disseleneto de cobre e índio (CuInSe₂) ou CIS, disseleneto de cobre, índio e gálio (CuInGaSe₂) ou CGS e silício microcristalino (uc-Si) (CAUDURO, 2014). Com o passar dos anos a eficiência dos painéis tem aumentado devido a novas tecnologias desenvolvidas para ajudar na purificação dos materiais.

O silício utilizado nas células precisa passar por processo de dopagem para que suas características sejam alteradas antes que ele seja utilizado. Quando o silício é dopado com um elemento químico com 5 elétrons na camada de valência resulta em um semicondutor de tipo N. Já se o silício for dopado com um elemento com 3 elétrons na camada de valência o semicondutor resultante será do tipo P. Após feitas as dopagens os dois tipos de semicondutores são unidos criando a junção PN. É a partir dessa junção, quando exposta ao sol, que os elétrons livres da junção N passa para a junção P e ao ocorrer essa passagem é gerada uma diferença de potencial e uma corrente na junção. Caso essa junção seja conectada a um condutor haverá circulação de corrente, Figura 11 (COOPER, 2013).

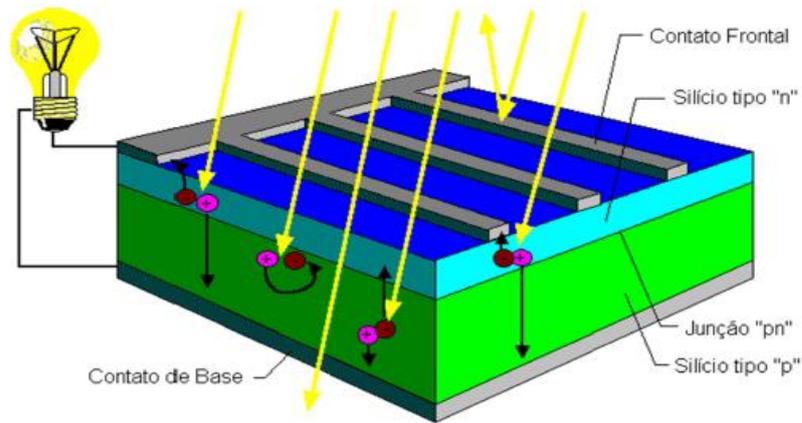


Figura 11– Célula de um painel fotovoltaico.

Fonte: Figura extraída de (COOPER, 2013).

Com a união dessas células são formadas as placas fotovoltaicas e devido aos aspectos construtivos das mesmas a tensão e corrente fornecidas por elas são baixas. A Figura 12 mostra as curvas características de tensão e corrente de uma placa. Nela é visto como funcionam as curvas $I - V$ (corrente – tensão) e $P - V$ (potência – tensão) e seu ponto de operação é determinada pela carga conectada a ela (COOPER, 2013).

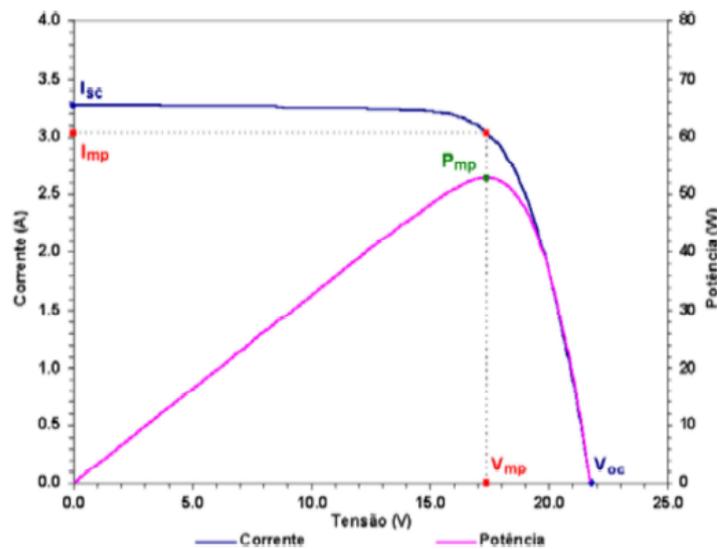


Figura 12 – Curvas características de tensão e corrente de uma placa fotovoltaica.

Fonte: Figura extraída de (COOPER, 2013).

Sendo assim é necessário que as placas sejam agrupadas em série e/ou em paralelo para ser obtida a corrente ou tensão exigidas pela carga. As placas fotovoltaicas não apresentam tensão de saída constante, pois sofrem influência da temperatura a qual é submetida e a corrente

funciona da mesma forma, porém ela sofre influência da quantidade de radiação solar (VILLALVA; GAZOLI, 2013b). Na Figura 13 são mostradas as placas agrupadas em série e paralelo. Como em um circuito elétrico comum, quando as placas estão em série, a corrente que circula pelas placas é a mesma e as tensões se somam. Já quando estão em paralelo, a corrente que passa pelas placas se somam e a tensão será a mesma.

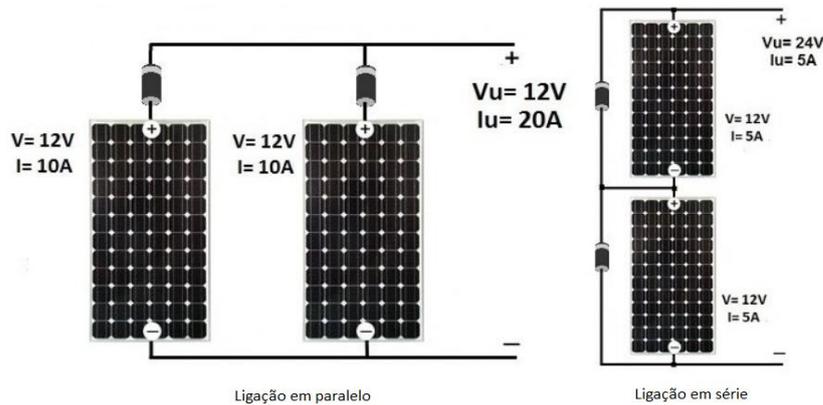


Figura 13 – Associação em paralelo e em série de placas fotovoltaicas.

Fonte: Figura adaptada de (MPPT SOLAR, 2017).

2.4.2 Medidor de Energia Elétrica

Segundo Villalva e Gazoli (2013) os medidores usados por consumidores que utilizam a produção fotovoltaica são os bidirecionais. Eles são responsáveis por medir a energia consumida nos momentos em que não existe a produção fotovoltaica e mede a energia produzida pelas placas fotovoltaicas. Se a energia consumida for maior que a produzida, o consumidor recebe sua fatura mensal com este valor, já se a energia produzida for maior o valor ficará como crédito com a concessionária.

A troca do medidor unidirecional pelo bidirecional é feita pela concessionária, mas os custos são do consumidor. Em unidades de baixa tensão a concessionária pode optar por colocar dois medidores unidirecionais, um para consumo e outro para produção, ao invés de um bidirecional (ZANOTTO, 2014).

2.4.3 Inversor de Frequência

Os inversores são usados nos dois tipos de sistemas, isso é necessário porque a energia produzida pelas placas e armazenadas pelo banco de bateria são em corrente contínua e para

fazer a interligação deles com a rede ou eletrodomésticos faz-se necessário a conversão para corrente alternada (ZANOTTO, 2014).

Segundo Miranda (2014) e Zanoto (2014), os inversores são compostos de transistores de potência, retificadores controlados de silício SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) ou IGBT (*Insulated-Gate Bipolar Transistor*). Os componentes chaveiam a altas potências para que as perdas sejam as menores possíveis e proporcionam a criação do sinal senoidal na frequência de 60 ou 50 Hz, dependendo da frequência com a qual a concessionária de energia trabalha.

Em casos de problema com a rede e ela precise ser desligada, o inversor será o responsável por fazer o isolamento das placas com a rede, proporcionando uma maior segurança para os usuários da rede e para quem faz a manutenção da mesma (COOPER, 2013).

2.4.4 Controlador de Carga

O controlador de carga é usado apenas nos sistemas *off-grid*, isto porque ele é o responsável por gerenciar a carga que as baterias recebem ou enviam para os equipamentos. Ele controla a carga que a bateria recebe para que ela não receba uma sobrecarga e controla também a descarga da bateria para que ela não fique com a carga muito baixa o que prejudicaria a vida útil da bateria (ZANOTTO, 2014; MACEDO, 2017).

Os controladores mais utilizados atualmente são PWM (*Pulse-Width Modulation*) ou MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). A escolha entre eles é uma questão de custo benefício, pois apesar do controlador PWM ser mais barato ele também possui menor eficiência que o MPPT (NEOSOLAR, 2018).

2.4.5 Bateria

Os bancos de baterias servem para armazenar a energia excedente gerada pelas placas fotovoltaicas, para que, nos momentos de total ou parcial falta de energia solar, a carga ainda continue sendo atendida.

A vida útil das baterias precisa ser levada em conta na hora da sua escolha, pois o custo passa a ser muito alto quando se leva em conta as manutenções e até trocas. Para manter a vida útil elevada, a bateria precisa suportar descargas profundas, possuir uma larga faixa de temperatura, ser confiável e eficiente (CANDIDO, 2010). As baterias estacionárias possuem tais características e quatro tipos podem ser destacados: estacionária comum, OPzS, VLRA AGM e VLRA de gel (SOLAR BRASIL, [201-]):

- Estacionária comum: São baterias que possuem vida útil de 4 a 5 anos e são mais baratas. Possui placas mais grossas o que favorece descargas profundas.
- OPzS: A vida útil desse tipo de bateria é em torno de 10 anos devido ao fato delas serem ventiladas com eletrólitos líquidos, por isso suportam aproximadamente 1500 ciclos com descarga de 80%. São um pouco mais caras que a estacionária comum.
- VLRA AGM: As baterias VLRA possuem válvulas que regulam e prendem os gases dentro da bateria, evitando que haja contato entre o interior e o exterior da bateria. Possuem vida útil acima de 10 anos. A tecnologia AGM é uma manta de microfibras de vidro que reveste o interior da bateria.
- VLRA de gel: Neste tipo de bateria VLRA o revestimento é feito de gel. Por se tratar de uma bateria com grande estabilidade e segurança é a mais indicada para sistemas fotovoltaicos portáteis.

Após descrever os componentes dos sistemas *on-grid* e *off-grid*, será apresentada na próxima seção o sistema de compensação de energia elétrica no Brasil.

2.5 Geração Distribuída

Em 17 de abril de 2012, a ANEEL criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica. No qual o consumidor irá produzir sua própria energia elétrica e a energia extra produzida ficará como crédito na sua concessionária de fornecimento de energia elétrica, para ser abatido quando o consumidor estiver consumindo e não do seu próprio sistema de geração.

O sistema de geração de energia pelo consumidor se divide em dois: microgeração distribuída, potência instalada menor ou igual a 75 kW, ou minigeração distribuída, potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW. Na REN nº 482/2012 foram estabelecidas as condições de ligação desses sistemas com a rede elétrica de distribuição, nas quais as medições de potência gerada pelo consumidor e consumida pela concessionária serão medidas por um medidor bidirecional ou dois unidirecionais.

Após a aprovação da Resolução Normativa nº 482/2012 e a criação do Programa de Geração Distribuída (ProGD), a ANEEL registrou um crescimento de 73% nos projetos de geração distribuída. O Brasil registrou, em 2015, 1.307 novas adesões somando uma potência

instalada de 16,5 MW. O estado que possui maior quantidade de geração distribuída é Minas Gerais, seguido por Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (MME, 2015).

Em novembro de 2015 houve uma mudança na Resolução Normativa nº482/2012 e este é o assunto apresentado na seção a seguir.

2.6 Resolução Normativa nº 687/2015 da ANEEL

A Resolução Normativa nº 687 de 24 de novembro de 2015 é uma alteração da Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012 que foi a responsável por estabelecer as condições de ligação de mini e microgeração de energia elétrica à rede de distribuição e o sistema de compensação tarifária. A minigeração passou a ser de 75 kW a 5 MW.

A central geradora não pode ultrapassar a potência já estabelecida junto a concessionária. A energia gerada por uma central não precisa ser utilizada apenas pelo consumidor que a produz, pode ser usada para compensar energia utilizada por outros consumidores. Essa energia produzida fica disponível no sistema de compensação por 60 meses.

A diferença entre o valor produzido e o consumido é o que será cobrado do consumidor. Mesmo que ele consiga produzir toda a sua energia elétrica ele ainda será tarifado com um valor mínimo referente ao custo de disponibilidade de energia dada pela concessionária de energia (ANEEL, 2015).

Dessa forma, tem-se um cenário propício para geração de energia fotovoltaica residencial, contribuindo com a redução dos gastos com a energia elétrica, e aumentando significativamente a sua utilização na matriz energética brasileira.

De posse dos conceitos apresentados, no próximo capítulo, é apresentada a metodologia desenvolvida neste trabalho de conclusão de curso.

3. METODOLOGIA DESENVOLVIDA

Neste capítulo são apresentados os cálculos utilizados no dimensionamento dos painéis fotovoltaicos e inversor de uma residência localizada na cidade de Divinópolis – MG. Para esta Unidade Consumidora considerou-se o sistema fotovoltaico conectado à rede (*on-grid*), pois assim, a residência participará do sistema de compensação de energia elétrica quando houver uma quantidade de energia elétrica excedente, de acordo com a Resolução Normativa nº 687 – 2015 da ANEEL.

3.1 Dimensionamento dos Painéis Fotovoltaicos

Na residência escolhida tem-se a utilização frequente de tomadas de uso específico, tais como chuveiros e fornos elétricos. O consumo anual da residência é mostrado na Tabela 4 e mais detalhes do consumo da Unidade Consumidora podem ser encontrados no Anexo A. Com isso, pode-se verificar que a quantidade média de energia consumida por mês, 285,25 kWh, é maior que a média de consumo de uma residência brasileira, 160 kWh (EPE, 2018). Para o cálculo do gasto mensal desconsiderou-se o valor da taxa de iluminação pública cobrada pela Prefeitura de Divinópolis – MG.

Tabela 4 – Consumo anual da residência.

MÊS DE REFERÊNCIA	CONSUMO (kWh/mês)	TARIFA (R\$/kWh)	GASTO MENSAL (R\$)
Março 2017	260	0,85444130	222,14
Abril 2017	275	0,82324593	223,38
Mai 2017	257	0,81579665	209,64
Junho 2017	263	0,78547827	206,56
Julho 2017	279	0,80239514	223,84
Agosto 2017	270	0,78576118	212,13
Setembro 2017	296	0,78408438	232,08
Outubro 2017	306	0,82520609	252,49
Novembro 2017	315	0,86268391	271,73
Dezembro 2017	271	0,83740300	226,91
Janeiro 2018	323	0,77376900	249,91
Fevereiro 2018	308	0,74847016	230,50
Média	285,25	0,80822791	230,11

Fonte: (Acervo do autor, 2018).

A Unidade Consumidora localiza-se nas coordenadas geográficas 20°09'12,9" Sul 44°51'59,88" Oeste (GOOGLE MAPS, 2018). Com tais informações, foi possível obter o histórico de irradiação solar anual da localidade desejada, e podem ser visualizadas na Tabela 5. Os dados foram obtidos através do *software SunData* da CRESESB (CRESESB, 2018). A estação de coletas de dados encontra-se a 5,6 quilômetros de distância da residência, isto é, com as informações mais precisas, tem-se um dimensionamento mais coerente do sistema.

Tabela 5 – Dados de Irradiação Solar Diária Média Mensal (kWh/m².dia).

MÊS/ INCLINAÇÃO	PLANO HORIZONTAL	ÂNGULO IGUAL A LATITUDE	MAIOR MÉDIA ANUAL	MAIOR MÍNIMO MENSAL
	0° N	20° N	20° N	17° N
Janeiro	5,84	5,32	5,32	5,43
Fevereiro	6,00	5,73	5,73	5,80
Março	5,11	5,22	5,22	5,23
Abril	4,87	5,42	5,42	5,37
Maio	4,26	5,13	5,13	5,03
Junho	4,08	5,14	5,14	5,01
Julho	4,32	5,36	5,36	5,24
Agosto	5,20	6,05	6,05	5,96
Setembro	5,46	5,77	5,77	5,76
Outubro	5,61	5,47	5,47	5,52
Novembro	5,32	4,92	4,92	5,00
Dezembro	5,64	5,08	5,08	5,19
Média	5,14	5,38	5,38	5,98
<i>Delta</i>	<i>1,92</i>	<i>1,13</i>	<i>1,13</i>	<i>0,96</i>

Fonte: Tabela adaptada de (CRESESB, 2018).

No Brasil, estabeleceu-se que para um melhor posicionamento dos painéis fotovoltaicos, deve-se fazer sua instalação considerando a inclinação do painel igual a latitude da localidade em questão. Neste caso a inclinação será de 20° e a média de irradiação solar utilizada para futuros cálculos será o de 5,38 kWh/m².dia, de acordo com os dados apresentados na Tabela 5 (PORTAL SOLAR, [201-]).

De posse dos dados, o primeiro cálculo a ser feito é o da potência do sistema fotovoltaico a ser instalado. Para isso considerou-se a Equação (1) encontrada em (PINHO, J. T.; GALDINO, M. A., 2014),

$$P_{FV} = \frac{E/TD}{HSP_{MA}}, \quad (1)$$

em que:

P_{FV} – Potência de pico do painel fotovoltaico (Wp);

E – Consumo diário médio anual da edificação ou fração deste (Wh/dia);

TD – Taxa de desempenho;

HSP_{MA} – Média diária anual das horas de pleno sol incidente no plano do painel (h/dia).

A taxa de desempenho deste sistema é a relação entre o rendimento real e o teórico do mesmo, ou seja, é o rendimento dos painéis fotovoltaicos considerando as perdas para gerar eletricidade. De acordo com o Atlas Solarimétrico de Minas Gerais, o Estado possui uma média anual de 1.354 kWh/kWp e 0,79 de taxa de desempenho (CEMIG, 2016). Com os dados da Tabela 4 é possível obter o consumo médio diário da residência, que é de 9.508,33 Wh/dia. Mas como a concessionária de energia cobra 30 kWh/mês só por deixar disponível sua energia para o consumidor, é necessário descontar este valor do consumo diário, o que resultaria em um consumo de 9.478,33 Wh/dia.

Tabela 6 – Características do painel fotovoltaico YL300P-35b.

PARAMÊTROS	VALOR
Potência de pico na saída - P_{max}	300 W
Tolerância	± 5 W
Eficiência	15,4%
Tensão na P_{max}	36,7 V
Corrente na P_{max}	8,17 A
Tensão de circuito aberto	46,3 V
Corrente de curto-circuito	8,77 A
Peso	26,8 kg
Vida útil	25 anos
Área do painel	1985mm x 1140mm
Coefficiente de temperatura para circuito aberto	0,33%/°C
Temperatura de operação	46°C

Fonte: Tabela adaptada de (Yingli Solar, 2018).

Utilizando a Equação (1) é possível calcular a potência do painel fotovoltaico:

$$P_{FV} = \frac{9.478,33/0,79}{5,38},$$

$$P_{FV} = 2.230,09 \text{ W}.$$

A escolha do painel fotovoltaico foi realizada por meio de pesquisa na literatura, e por isso, escolheu-se o painel da *Yingli Solar*, levando em conta a sua melhor relação custo-benefício em relação aos demais painéis. As características do painel escolhido são apresentadas na Tabela 6 (Yingli Solar, 2018).

Com os dados do painel escolhido foi necessário calcular a quantidade de painéis, N_{FV} , suficientes para suprir a carga da residência, Equação (2).

$$N_{FV} = \frac{P_{FV}}{P_{max}}, \quad (2)$$

$$N_{FV} = \frac{2230,09}{300} = 7,43 \text{ painéis.}$$

De acordo com o fabricante (*Yingli*) dos painéis, após dez anos de uso a potência de saída do painel passa a ser de 91,2% da sua potência nominal, ou seja,

$$P_{FV} = 2.400 \text{ W} \quad e \quad N_{FV} = 8 \text{ painéis.}$$

Então, pode-se concluir que são necessários 8 painéis para fornecer a potência desejada, após dez anos de uso.

De posse da quantidade de painéis, pode-se calcular a energia gerada pelo sistema, levando em conta as perdas do mesmo. Assim, utilizou-se a Equação (3) de (MIRANDA, 2014). Considerando as perdas do sistema, o sistema dimensionado aproxima-se de um sistema real e tais considerações são importantes na análise econômica do sistema adotado. A energia diária gerada com perdas é dada pela seguinte expressão,

$$E_{GP} = HSP_{MA} \cdot A_{inst} \cdot E_f \cdot (1 - \rho), \quad (3)$$

em que:

E_{GP} – Energia diária gerada com perdas (kWh/dia);

A_{inst} – Área total instalada (m²);

E_f – Eficiência do módulo solar (%);

ρ – Perda percentual do sistema (%).

As perdas percentuais do sistema incluem, perdas devido a condições climáticas, perdas nos condutores, eficiência na conversão de tensão contínua para alternada, perdas em diodos e conexões, sujeira acumulada sobre os módulos no decorrer dos anos, entre outras. Essas perdas acumuladas dão um total de aproximadamente 20% (MIRANDA, 2014). E assim, pode-se obter o valor da energia diária gerada com perdas,

$$E_{GP} = 5,38 \cdot 18,1 \cdot 0,154 \cdot (1 - 0,2) = 11,996 \text{ kWh/dia.}$$

Na próxima seção é dimensionado o inversor do sistema fotovoltaico conectado à rede.

3.2 Dimensionamento do Inversor

O dimensionamento do inversor de frequência depende diretamente da potência gerada pelo painel fotovoltaico. De acordo com Figueira, 2014, a potência do inversor pode ser calculada usando a Equação (4):

$$0,7 \cdot P_{FV} < P_{INV(DC)} < 1,2 \cdot P_{FV}, \quad (4)$$

$$0,7 \cdot 2400 < P_{INV(DC)} < 1,2 \cdot 2400,$$

$$1680 < P_{INV(DC)} < 2880.$$

Alguns outros valores são necessários para a determinação do inversor, como a tensão total série do sistema, Equação (5), a tensão corrigida pelo efeito da temperatura, Equação (6) e a corrente máxima de entrada, Equação (7) (SILVA E CALDAS, H. H., 2016).

$$V_{TS} = V_{oc} \cdot N_{FV}, \quad (5)$$

$$V_{TS} = 46,3 \cdot 8 = 370,4 \text{ V.}$$

em que:

V_{TS} – Tensão total série dos painéis (V);

V_{oc} – Tensão de circuito aberto do painel fotovoltaico (V).

$$V_{\Delta t} = V_{TS} \cdot (1 - \beta \Delta t), \quad (6)$$

$$V_{\Delta t} = 370,4 \cdot [1 - 0,0033 \cdot (46 - 25)] = 344,73 \text{ V.}$$

em que:

$V_{\Delta t}$ – Tensão após correção da temperatura (V);

β – Coeficiente de temperatura (%/°C);

Δt – Variação de temperatura possível (°C).

$$I_{FV(\max)} = \frac{P_{FV}}{V_{\Delta t}}, \quad (7)$$

$$I_{FV(\max)} = \frac{2400}{344,73} = 6,962 \text{ A.}$$

em que:

$I_{FV(\max)}$ – Corrente máxima de entrada (A).

A partir dos dados calculados, $V_{TS} = 370,4 \text{ V}$, $V_{\Delta t} = 344,73 \text{ V}$ e $I_{FV(\max)} = 6,962 \text{ A}$, escolheu-se o inversor *Grid-Tie* B&B Power SF 2200TL (MOSO, 2018). A Tabela 7 mostra os dados deste inversor, de acordo com seu *datasheet*.

Tabela 7 – Parâmetros do Inversor *grid tie* B&B Power SF 2200TL.

PARAMÊTRO	VALOR
Máxima potência (DC)	2500 W
Máxima tensão total (DC)	550V
Máxima corrente de entrada	15 A

Fonte: Tabela adaptada de (MOSO, 2018).

Por meio da Tabela 8 pode-se visualizar de forma resumida os dados finais obtidos no dimensionamento do sistema fotovoltaico conectado à rede da residência de Divinópolis-MG.

Tabela 8 – Dados finais do dimensionamento desenvolvido.

Dimensionamento	Parâmetros	Valores
Painéis Fotovoltaicos	Número de painéis fotovoltaicos	8
	Área total ocupada pelos painéis	18,1 m ²
	Peso total dos painéis	214,4 kg
	Energia diária gerada com perdas	11,996 kWh
Inversor de Frequência	Tensão total série dos painéis	370,4 V
	Tensão corrigida pelo efeito da temperatura	344,73 V
	Potência total do conjunto fotovoltaico	2.400 W
	Corrente máxima de entrada	6,962 A

Fonte: (Acervo do Autor, 2018).

De posse das informações obtidas neste capítulo, tem-se o sistema fotovoltaico dimensionado para a Unidade Consumidora considerada. No próximo capítulo, realizou-se a análise econômica do sistema dimensionado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo é apresentada a análise econômica da implantação do projeto proposto. Posteriormente, são apresentadas informações sobre bancos que financiam tais projetos, no intuito de identificar e direcionar as unidades consumidoras a levantar o capital para a implementação do sistema dimensionado.

4.1 Investimento Total para Implementação do Projeto

Para determinar o custo da implementação do projeto foi realizado uma pesquisa para obter o preço do painel fotovoltaico e do inversor selecionados, assim como o valor cobrado pelo projeto elétrico, instalação, interligação com a rede elétrica, painel de proteção e os custos operacionais que a empresa responsável pela instalação terá, tais valores são apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Levantamento de custos em relação ao valor do sistema.

PARAMÊTRO	VALOR
Suporte de fixação de painéis	R\$ 120,00 cada
Projeto elétrico e encargos da empresa	20% do valor (painéis + inversor)
Interligação com a rede elétrica	2,0% do valor (painéis + inversor)
Painel de proteção	2,5% do valor (painéis + inversor)
Instalação dos painéis	16,4% do valor (painéis + inversor)
Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)	40% do valor (painéis + inversor)

Fonte: Tabela extraída de (MACEDO, 2017).

Tabela 10 – Custo total estimado para implementação do sistema fotovoltaico.

EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS	VALOR (R\$)
Módulo FV <i>Yingli</i> Solar YL300P-35b	11.571,20
Inversor <i>Grid-Tie</i> B&B Moso SF 2200 TL	4.690,00
Suporte para fixação dos painéis	960,00
Projeto elétrico, encargos empresariais, ART	9.756,72
Interligação com a rede existente	325,22
Painel de proteção	406,53
Instalação elétrica dos painéis	2.666,83
Total	30.376,50

Fonte: (Acervo do autor, 2018).

Partindo dos valores apresentados na Tabela 9 e considerando que cada painel fotovoltaico custa em torno de R\$ 1.446,40 (YINGLI SOLAR, 2018), pode-se calcular o custo

estimado para a implementação do sistema fotovoltaico dimensionado no capítulo 3. Os valores do custo estimado encontram-se na Tabela 10.

De posse do valor total para implementação do sistema é possível calcular o tempo necessário para recuperar esse investimento (*payback*). Esse é o tema da próxima seção.

4.2 Tempo de Retorno do Investimento

Para calcular o tempo de retorno do investimento, é necessário a utilização de um índice de análise econômica, que no caso de sistemas fotovoltaicos, é o *payback* simples, como pode ser visto em diversos outros estudos feitos nesta área (MACEDO, 2017; CAUDURO, 2014; MIRANDA, 2014; SILVESTRI; TAKASAKI, 2014).

O *payback* simples se trata do tempo necessário para recuperar o capital inicial investido. Ele pode ser calculado através da Equação (8),

$$PBS = \frac{C_{TP}}{V_{EG}}, \quad (8)$$

em que:

PBS – Tempo de retorno (anos);

C_{TP} – Custo total do investimento (R\$);

V_{EG} – Valor da energia gerada durante o ano (R\$/ano).

Para o desenvolvimento de um projeto mais real, considerou-se o valor da energia gerada com perdas no sistema (V_{EG}), Equação (9). E assim, pode-se calcular a quantidade de energia gerada ao longo do ano,

$$V_{EG} = tarifa \cdot E_{GP} \cdot 365. \quad (9)$$

Em Minas Gerais a companhia responsável por fornecer a energia é a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). A tarifa cobrada por ela segue as regras das bandeiras tarifárias e a partir de uma análise feita nas faturas apresentadas no Anexo A e na Tabela 4 foi feita uma média do valor das tarifas chegando ao valor de R\$ 0,80822791 por kWh utilizado ou gerado pela residência. Logo o valor da energia gerada com perdas pode ser obtido utilizando a Equação (9),

$$V_{EG} = 0,808227915 \cdot 11,996 \cdot 365,$$

$$V_{EG} = R\$ 3.538,86/ano.$$

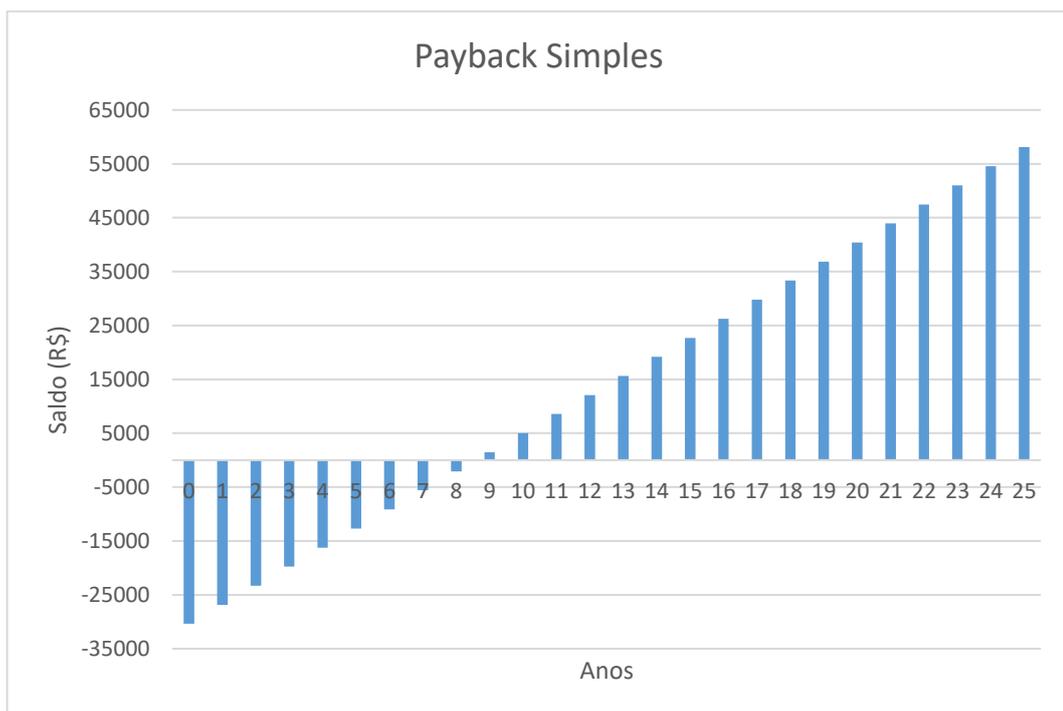
Após determinar o custo total do investimento e o valor da energia gerada é possível, através da Equação (8), calcular o *payback*,

$$PBS = \frac{30.376,50}{3.538,86} = 8,58 \text{ anos},$$

$$PBS = 8 \text{ anos e } 7 \text{ meses}.$$

Para ajudar na visualização do tempo de retorno, foi montado um gráfico, Figura 14, com o fluxo de caixa, representado pela Tabela 11, do projeto. Para montar o fluxo de caixa é considerado que investimento é de R\$ 3.538,86, mesmo que esse valor varie devido a mudanças no valor da tarifa e impostos. Os 25 anos utilizados no fluxo de caixa, são com base nos anos de garantia dados pelos fabricantes dos painéis fotovoltaicos. O retorno do investimento começa a partir do momento que o saldo deixa de ser negativo e passa a ser positivo.

Figura 14 – Gráfico com o fluxo de caixa do *payback* do sistema fotovoltaico.



Fonte: (Acervo do autor, 2018).

Tabela 11 – Fluxo de caixa do sistema fotovoltaico.

Anos	Saldo (R\$)
0	-30.376,50
1	-26.837,64
2	-23.298,78
3	-19.759,92
4	-16.221,06
5	-12.682,20
6	-9.143,34
7	-5.604,48
8	-2.065,62
9	+1.473,24
10	+5.012,10
11	+8.550,96
12	+12.089,82
13	+15.628,68
14	+19.167,54
15	+22.706,40
16	+26.245,26
17	+29.784,12
18	+33.322,98
19	+36.861,84
20	+40.400,70
21	+43.939,56
22	+47.478,42
23	+51.017,28
24	+54.556,14
25	+58.095,00

Fonte: (Acervo do autor, 2018).

Conhecendo o valor total do projeto, na próxima seção são apresentadas instituições financeiras que disponibilizam linhas de financiamento para projetos fotovoltaicos.

4.3 Financiamentos Disponíveis para Sistemas Fotovoltaicos

Com o grande crescimento do uso da energia solar como fonte de energia nas residências e devido ao alto custo dos projetos, percebeu-se a necessidade da criação de linhas de financiamentos para ajudar nas implantações dos sistemas.

Para isso, realizou-se uma pesquisa na literatura com o intuito de identificar **linhas de financiamentos**, quem pode solicitá-los, as taxas de juros oferecidas, tempo do financiamento e porcentagem do valor do projeto financiado (BLUESOL, 2017; CICLOVIVO, 2018; SETOR ENERGÉTICO, 2017). O resultado da pesquisa é apresentado a seguir:

1. FNE SOL – Banco do Nordeste

É destinada às indústrias de qualquer tamanho, produtores rurais, associações e cooperativas. Apresenta taxas de juros entre 6,5% e 11% ao ano. Pode ser financiado 100% do valor do projeto. O prazo para financiamento é de até 12 anos.

2. LINHA SUSTENTABILIDADE – Banco Santander

É destinada a empresas e pessoas físicas. As taxas de juros variam de acordo com a quantidade de parcelas solicitadas, por exemplo, 9 parcelas é sem juros, entrada mais 23 parcelas os juros são de 1,1% ao mês e entrada mais 35 parcelas os juros são de 1,45% ao mês. Pode ser financiado 100% do valor do projeto.

3. PROGER URBANO EMPRESARIAL – Banco do Brasil

É destinada a empresas que possuam um faturamento bruto de no máximo R\$ 10 milhões no ano. As taxas de juros variam de acordo com o relacionamento que o cliente tem com o banco. Pode ser financiado 80% do valor do projeto. O prazo para financiamento é de até 6 anos.

4. FINANCIAMENTO PARA ENERGIA SOLAR – Sicredi

É destinada a empresas e pessoas físicas. Apresenta taxas de juros entre 1% e 3% ao mês. Pode ser financiado 100% do valor do projeto. O prazo para financiamento é de até 5 anos.

5. FINANCIAMENTO PARA ENERGIA SOLAR – Banco da Amazônia

É destinada a empresas de qualquer porte. Apresenta taxas de juros entre 0,59% e 1,02% ao mês. Pode ser financiado 100% do valor do projeto. O prazo para financiamento é de até 12 anos.

6. AGRO-PRONAF – Banco do Brasil

É destinada a produtores que sejam associados ao PRONAF. Apresenta taxas de juros de 2,5% ao ano. Pode ser financiado até R\$ 165 mil. O prazo para financiamento é de até 12 anos.

7. FCO RURAL – Banco do Brasil

É destinada a produtores rurais, cooperativas e associações com atividade rural. Apresenta taxas de juros de 5% a 8 % ao ano. Não existe limite de valor para financiar.

8. FCO EMPRESARIAL – Banco do Brasil

É destinada a empresas. Apresenta taxas de juros de 6,75% a 10 % ao ano. Não existe limite de valor para financiar.

9. FINAME – BNDES

É destinada a sociedades com sede e administração no País e pessoas jurídicas de direito público. Apresenta taxas de juros de até 4,18% ao ano. Pode ser financiado 70% do valor do projeto. O prazo para financiamento é de até 18 anos.

10. CONSTRUCARD – Caixa Econômica Federal

É destinada a pessoas físicas. Apresenta taxas de juros entre 1,4% e 1,85% ao mês. Pode ser financiado 100% do valor do projeto. O prazo para financiamento é de até 20 anos.

11. DESENVOLVE SP – Governo Estadual de São Paulo

É destinada a pequenas e médias empresas da região de SP. Apresenta taxas de juros de 0,53% ao mês. Pode ser financiado 100% do valor do projeto. O prazo para financiamento é de até 10 anos.

12. FINANCIAMENTO PARA ENERGIA SOLAR – BV Financeira

É destinada a empresas e pessoas físicas. Apresenta taxas de juros a partir de 1,56% ao mês. Pode ser financiado 100% do valor do projeto. O prazo para financiamento é de até 5 anos.

Na próxima seção são apresentadas as simulações dos financiamentos do sistema fotovoltaico com base nos dados da Caixa Econômica Federal por meio do *Construcard* (Linha de Financiamento 10) e da BV Financeira por meio do *Financiamento para Energia Solar* (Linha de Financiamento 12).

4.4 Simulações de Financiamentos do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede

Como a proprietária da Unidade Consumidora não possui capital inicial para investimento na implantação do sistema fotovoltaico, ela necessita de uma instituição financeira que financie 100% do valor do projeto. A Caixa Econômica Federal (Linha de Financiamento 10) e a BV Financeira (Linha de Financiamento 12) possibilitam esse financiamento e seus dados de juros e anos de financiamento são utilizados para fazer um novo fluxo de caixa considerando o valor financiado. A Tabela 12 mostra um resumo com os dados a ser utilizado para o financiamento.

Tabela 12 – Dados referentes ao financiamento de cada instituição financeira.

Condições	Caixa Econômica	BV Financeira
Valor a ser financiado	R\$ 30.376,50	R\$ 30.376,50
Porcentagem financiada	100%	100%
Prazo do financiamento	120 meses	60 meses
Taxa de juros	1,4% a.m.	1,56% a.m.

Fonte: (Acervo do autor, 2018).

Nas duas simulações do financiamento, foi usado o sistema PRICE (WLADEMIR, 2017). O qual possui valor igual para todas as prestações. A Equação (10) é usada para calcular a prestação do financiamento e a Equação (11) é usada para calcular o fluxo de caixa resultante ao final de cada mês,

$$PMT = PV \cdot \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1}, \quad (10)$$

em que:

PMT – Valor da prestação (R\$);

PV – Valor financiado (R\$);

i – Taxa de juros (ao mês);

n – Tempo do financiamento (meses).

$$SD_n = SD_{n-1} + \frac{V_{EG}}{12} - PMT, \quad (11)$$

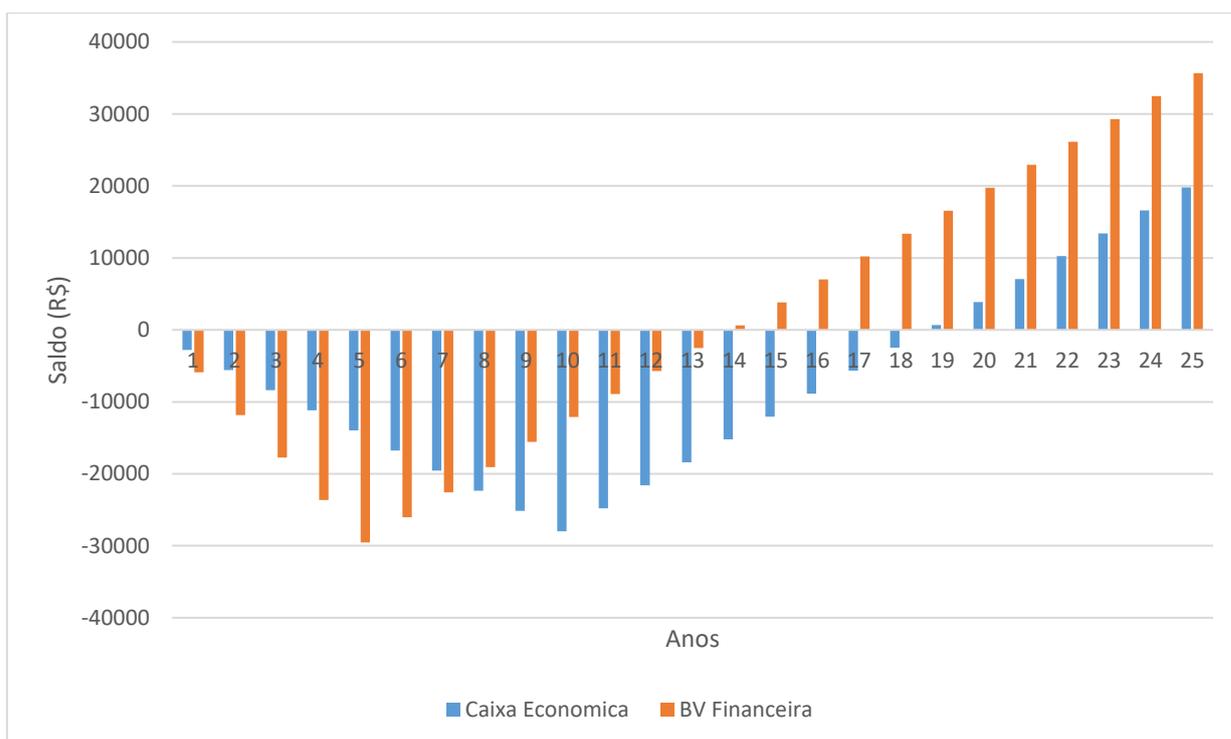
em que:

SD_n – Saldo devedor referente a determinado mês (R\$);

SD_{n-1} – Saldo devedor referente ao mês anterior (R\$).

Para simplificar a amostragem dos dados e para uma melhor comparação, os dois financiamentos são mostrados na Figura 15 através de valor acumulado durante os anos. No fluxo de caixa é visto que o sistema financiado pela Caixa Econômica começa a dar lucros a partir de 19 anos e o financiado pela BV Financeira a partir de 14 anos.

Figura 15 – Fluxo de caixa apresentado pelas instituições financeiras.



Fonte: (Acervo do autor, 2018).

Sintetizando os resultados obtidos, tem-se três cenários distintos:

- 1) Proprietária da Unidade Consumidora quitar o sistema a vista, o seu tempo de retorno de investimento é de 8 anos e 7 meses;
- 2) Proprietária da Unidade Consumidora adquirir a linha de financiamento da Caixa Econômica, o seu tempo de retorno é de aproximadamente 19 anos;
- 3) Proprietária da Unidade Consumidora adquirir a linha de financiamento da BV Financeira, o seu tempo de retorno é de aproximadamente 14 anos.

Assim, pode-se concluir que caso a proprietária tenha o recurso disponível para a aquisição do sistema, **o cenário 1 é o mais vantajoso**. No caso do financiamento, depende de quanto a proprietária está disposta a pagar de parcela, uma vez que a linha da BV Financeira

tem um tempo de retorno menor que a da Caixa, porém o prazo de financiamento da BV Financeira (60 meses) é metade do prazo da Caixa (120 meses), acarretando assim em um valor de parcela maior. A Caixa Econômica apresenta parcelas no valor de R\$523,93 e a BV Financeira apresenta parcelas no valor de R\$ 783,31.

5. CONCLUSÕES

A matriz energética brasileira é composta predominantemente de hidrelétricas, mas com a grande redução no nível da água nas represas, em detrimento da diminuição das chuvas nos últimos anos, torna-se necessário acionar outras fontes de energia para abastecer a população. Paralelamente, as usinas termelétricas (segunda maior fonte de energia no Brasil) foram acionadas para atender a demanda, acarretando assim em um aumento significativo no preço do quilowatt-hora.

Com essa alta no preço da energia, muitos consumidores optaram por instalar sistemas fotovoltaicos, os quais produziram energia elétrica para abastecer a residência e caso houvesse excedente nessa produção ela seria vendida para a concessionária de energia elétrica, na forma de créditos, e estes seriam usados quando a produção fosse mais baixa, seguindo a Resolução Normativa nº 687/2015 da ANEEL. Além de ter se mostrado uma alternativa que não degrada o meio ambiente e por ser uma fonte renovável de energia, a energia fotovoltaica também é mais barata e de fácil instalação quando comparada a outras fontes renováveis de energia.

O sistema fotovoltaico conectado à rede da residência de Divinópolis-MG, dimensionado neste trabalho, é composto por oito painéis fotovoltaicos da *Yingli Solar* modelo YL300P-35b, além de um inversor de frequência *Grid-Tie B&B Moso* modelo SF 220 TL.

Posteriormente, pode-se calcular o custo do sistema em R\$ 30.376,50, incluindo equipamentos e serviços, e obteve-se que o sistema fotovoltaico daria um retorno de R\$3.538,86/ano. Com isso, por meio do *payback* simples, constatou-se que será preciso 8 anos e 7 meses para recuperar o valor investido no sistema.

Após o levantamento de custos do sistema, foram pesquisadas diversas linhas de financiamento para aquisição do sistema fotovoltaico dimensionado. Encontrou-se doze linhas de financiamento, algumas exclusivas para energia solar e outras que abrangem outros tipos de energia renovável. Com essas linhas de financiamento, foram feitas duas simulações destes empréstimos, um utilizando os dados do *Construcard* da Caixa Econômica Federal e outro o *Financiamento da Energia Solar* da BV Financeira. O primeiro apresentou *payback* de 19 anos e o segundo de 14 anos, aproximadamente. A determinação da melhor linha de financiamento é relativa ao quanto a proprietária está disposta a gastar por mês com financiamento, pois o prazo de financiamento da BV Financeira é metade do tempo (60 meses) do prazo da Caixa (120 meses), acarretando assim um valor de parcela superior.

Por fim, conclui-se que a energia fotovoltaica apresentou-se ser uma alternativa para reduzir o gasto com energia elétrica e um meio de suprir a baixa na produção nas usinas

hidrelétricas. Além de que com o passar dos anos a eficiência dos painéis tiveram uma melhora e seu preço diminuiu devido à grande produção dos mesmos, assim como o dos inversores. Com isso espera-se que com o passar dos anos o tempo de retorno do investimento diminua cada vez mais.

6. TRABALHOS FUTUROS

As seguintes possibilidades são algumas sugestões para a continuidade deste trabalho de conclusão de curso:

- Aplicação da metodologia desenvolvida neste trabalho em outros cenários energéticos, como parques eólicos;
- Calcular o *payback* para outros projetos considerando a depreciação temporal dos sistemas fotovoltaicos;
- Investigar outros índices de viabilidade econômica em sistemas fotovoltaicos conectados e desconectados da rede;
- Pesquisar outras metodologias para o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos conectados e desconectados da rede.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **ANEEL Propõe Revisão das Bandeiras Tarifárias**. Brasília, 2017.

_____. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil** / Agência Nacional de Energia Elétrica. Ed. – Brasília: ANEEL, 2008. 236p.

_____. **Banco de Informação de Geração: Capacidade de Geração do Brasil**. Brasília, 2018.

_____. **Bandeiras Tarifárias**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

_____. **Micro e Minigeração Distribuída: Sistema de Compensação de Energia Elétrica**. Brasília: Aneel, 2014. 28 p. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14913578/Caderno+tematico+Micro+e+Minigeração+Distribuída+-+2+edicao/716e8bb2-83b8-48e9-b4c8-a66d7f655161>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

_____. **Nota Técnica nº 136/2017**.

_____. **Resolução Normativa nº 482/2012**.

_____. **Resolução Normativa nº 687/2015**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **A Aceleração da Energia Solar Fotovoltaica no Mundo**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/a-aceleracao-da-energia-solar-fotovoltaica-no-mundo.html>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

_____. **Brasil Amplia Investimentos em Energia Solar**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/brasil-amplia-investimentos-em-energia-solar.html>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

_____. **Os Desafios e as oportunidades da Energia Solar Fotovoltaica**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/os-desafios-e-as-oportunidades-da-energia-solar-fotovoltaica.html>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

_____. **Falta de Chuva Torna a Energia Solar um Bom Investimento no Brasil**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/falta-de-chuva-torna-a-energia-solar-um-bom-investimento-no-brasil.html>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

_____. **Micro e Minigeração Solar Ultrapassam 200 MW**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/micro-e-minigeracao-solar-ultrapassam-200-mw.html>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

_____. **Setor de Geração de Energia Solar Deve Ganhar Incentivo**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/setor-de-geracao-de-energia-solar-deve-ganhar-incentive.html>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

BLUESOL. **Financiamento de Energia Solar: Como Pagar por seu Sistema Solar Fotovoltaico**. 2017. Disponível em: <<http://blog.bluesol.com.br/financiamento-de-energia-solar/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

BOSO, A. C. M. R.; GABRIEL, C. P. C.; FILHO, L. R. A. G. **Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid no Brasil**. ANAP Brasil, v. 8, n. 12, p. 57-66, 2015.

BRAGA, Renata Pereira. **Energia Solar Fotovoltaica - Fundamentos e Aplicações**. 2008. 80f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

CÂNDIDO, D. B. **Desenvolvimento de Sistemas Estáticos Distribuídos – “Multi String”, para Aplicação em Sistemas Fotovoltaicos Autônomos**. 2010. 149 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2010.

CAPITELLI, Marici. **Brasil: Potência em Energia Solar**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.ambientelegal.com.br/brasil-potencia-em-energia-solar/>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

CAUDURO, Fernanda. **Dimensionamento e Análise de Viabilidade Econômica para Instalação de um Sistema Fotovoltaico de um Edifício Misto na Cidade de Marau/RS**. (Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos). Santa Maria, 2014.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE S. BRITO (CRESESB). **Potencial Solar – SunData v 3.0**. 2018. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

CICLOVIVO. **Conheça 10 Linhas de Financiamento para Energia Solar no Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://ciclovivo.com.br/planeta/energia/conheca-10-linhas-de-financiamento-para-energia-solar-no-brasil/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Atlas Solarimétrico de Minas Gerais**. 2016. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/Mapa%20atualizado%20do%20Atlas%20Solarimetrico.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2018.

COOPER, Ellison; JÚNIOR, Wellyngton Moralles Martins. **Aplicação de Painéis Solares Fotovoltaicos como fonte Geradora Complementar de Energia Elétrica em Residências**. 2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (Regiões e Subsistemas)**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Consumo-mensal-de-energia-eletrica-por-classe-regioes-e-subsistemas>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

EXAME. **1,5 bilhão de pessoas vive sem energia elétrica no mundo**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/mundo/1-5-bilhao-de-pessoas-vive-sem-energia-eletrica-nomundo/>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

EXAME. **7 cidades onde ter luz em casa é privilégio de poucos**. 2015. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/brasil/7-cidades-onde-ter-luz-em-casa-e-privilegio-de-poucos/>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/R.+Uruguaiana,+371+-+Mangabeiras,+Divin%C3%B3polis+-+MG,+35500-376/@-20.153827,-44.8688596,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0xa0a543abc572fd:0xfc874ca2b3d3cea6!8m2!3d-20.153827!4d-44.8666709>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da População Residente no Brasil e Unidades da Federação com Data de Referência em 1º de Julho de 2017**. Brasília, 2017.

INSTITUTO DE FÍSICA (IFI – UNICAMP). **Origens da Mecânica Quântica: O Quantum de Luz**. São Paulo. [21--]. Disponível em: <<https://www.ifi.unicamp.br/~fauth/1OrigensMecanicaQuantica/1Oquantumdeluz/Oquantumdeluz.html>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas Brasileiro de Energia Solar** / Enio Bueno Pereira; Fernando Ramos Martins; André Rodrigues Gonçalves; Rodrigo Santos Costa; Francisco J. Lopes de Lima; Ricardo Ruther; Samuel Luna de Abreu; Gerson Máximo Tiepolo; Silvia Vitorino Pereira; Jefferson Gonçalves de Souza – 2 ed. São José dos Campos : INPE, 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **IEA Atlas of Energy**. 2018. Disponível em: <<http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1076250891>>. Acesso em: Acesso em: 19 mar. 2018.

_____. **Solar Energy**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://www.iea.org/topics/renewables/solar/>>. Acesso em: Acesso em: 19 mar. 2018.

_____. **Solar Leads the Charge in Another Record Year for Renewables**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/renewables2017/>>. Acesso em: Acesso em: 19 mar. 2018.

MACEDO, C. F. C. **Dimensionamento e Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema Solar Fotovoltaico Residencial Conectado à Rede Elétrica em Arcos – MG**. 2017. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Minas Gerais, Formiga, 2017.

MACHADO, C.T.; MIRANDA, F.S. **Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão.** Revista Virtual de Química. Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, out. 2014.

MAIA, Gilvan de Oliveira Rios. **Interação da Radiação com a Matéria e Implicações para o Ensino de Mecânica Quântica: O Caso do Efeito Fotoelétrico.** Feira de Santana, 2016. 137f.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Energia Solar no Brasil e no Mundo.** Brasília, 2017. Disponível em: <www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/17+-+Energia+Solar+-+Brasil+e+Mundo+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/4b03ff2d-1452-4476-907d-d9301226d26c;jsessionid=41E8065CA95D1FABA7C8B26BB66878C9.srv154>. Acesso em: 13 mar. 2018.

_____. **Número de Unidades Residenciais com Geração Distribuída Quadruplica em 2015.** Brasília, 2016.

_____. **Programa de Geração Distribuída.** Brasília, 2015.

_____. **Programa Luz para todos.** Brasília, 2009. Disponível em: <<https://www.mme.gov.br/luzparatodos/asp/>>. Acesso em: 8 nov. 2017.

MIRANDA, Arthur Biagio Canedo Monteseano. **Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede / Arthur Biagio Canedo Monteseano Miranda.** Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2014. 86 f.

MOSO. **SF1600TL/2200TL/3000TL. Datasheet.** Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/Content/EditorImages/files/Inversor%20Grid%20Tie%20B%26B%20Power-%20Modelo%20SF3000TL%20-%203000Watts.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

MPP SOLAR. **Ligação em Série de Mais Painéis Solares.** 2017. Disponível em: <<http://www.mpptsolar.com/pt/paineis-solares-em-serie.html>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

NEOSOLAR. **Controladores de Carga.** São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/controladores-de-carga/>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** 1ª. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2014.

PORTAL ENERGIA. **Vantagens e Desvantagens da Energia Solar.** 2017. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar/>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

PORTAL SOLAR. **Bateria Solar.** São Paulo, [201-]. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/bateria-solar.html>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

_____. **A melhor direção do painel solar fotovoltaico.** São Paulo, [201-]. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/a-melhor-direcao-do-painel-solar-fotovoltaico.html>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

PRESSE, France. **Conheça a Maior Usina de Energia Solar da América Latina, em Pirapora.** [S.l.]. 10 nov 2017. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/usina-de-energia-solar-de-pirapora-inicia-producao-conheca.ghtml>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

REUTERS. **ONS volta a reduzir projeção de chuvas nas hidrelétricas em setembro.** [S.l.]. 15 set. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/ons-volta-a-reduzir-projecao-de-chuvas-nas-hidreletricas-em-setembro.ghtml>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

SETOR ENERGÉTICO. **BV Financeira vai Financiar Sistema de Energia Solar de Placas Fotovoltaicas em Parceria com Portal Solar.** 2017. Disponível em:

<<http://www.setorenergetico.com.br/energia/bv-financeira-vai-financiar-sistema-de-energia-solar-de-placas-fotovoltaicas-em-parceria-com-portal-solar/23356/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

SILVA, Alex de Lima e. **Protótipo de um Sistema Fotovoltaico Auxiliar com Armazenamento de Energia Elétrica.** 2014. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Tecnologia Para O Desenvolvimento, Curitiba, 2014.

SILVA, Jorge José Barbosa da. **Análise Técnica e Econômica de um Sistema Fotovoltaico como Fonte de Energia Elétrica para Agricultura Familiar.** 2014. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso Formas Alternativas de Energia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SILVESTRI, Alessandro F.; TAKASAKI, Vinicius G. **Estudo de Viabilidade para Implantação de Geração Fotovoltaica em *Shopping Centers* na Região de Curitiba.** 2014. 93f. Trabalho de conclusão de Curso. (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

SOLAR BRASIL. **Como Escolher a Bateria Para um Sistema de Energia Fotovoltaica Off-grid?** São Paulo, [201-]. Disponível em: <<http://www.solarbrasil.com.br/blog-da-energia-solar/100-como-escolher-a-bateria-para-um-sistema-de-energia-fotovoltaica-off-grid>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

SOLSTÍCIO. **Conheça as Maiores Usinas de Energia Solar do Mundo e do Brasil.** São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://www.solsticioenergia.com/2017/04/20/maior-usina-solar-do-mundo/>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia solar fotovoltaica - Conceitos e aplicações.** 1ª. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2013.

_____. **Energia solar fotovoltaica – Sistemas Conectados à Rede Elétrica:** Requisitos para a Conexão e Proteções. Revista Energia Renováveis Alternativas. Capítulo XI. p 34.

VIRIDIAN. **Como Funciona a Energia Solar Fotovoltaica.** Sorocaba, 2017. Disponível em: <<http://viridian.com.br/energia-solar-fotovoltaica>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

ZANOTTO, Gilso. **Estudo de Implementação para Sistema de Microgeração Fotovoltaica Residencial**. (Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos). Santa Maria, 2014.

YINGLI SOLAR. **Policristalino/ Série de células YGE 72/ Datasheet**. Disponível em: <http://www.ambgreenpower.com/Archivos/FichasTecnicas/ficha_tecnica_yge_72.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

WLADEMIR. **O Que é Tabela PRICE (ou sistema Francês de Amortização)?** Disponível em: <<http://www.wrprates.com/o-que-e-tabela-price-sistema-frances/>>. Acesso em: 10 mai.2018.

ANEXO A

Neste Anexo são apresentadas as contas de energia da Unidade Consumidora, do mês de Marco de 2017 à Fevereiro de 2018, utilizadas para os cálculos dos equipamentos utilizados no sistema fotovoltaicos.



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.961.180/001-16 / Ins. Estadual 062.322/08.0887
Av. Batistina, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br

Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29810
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002.

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a MAR/2017	Vencimento 08/04/2017
	Valor a pagar (R\$) 249,68	

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura Anterior 14/02 Atual 16/03 Próxima 17/04	Data de Emissão 17/03/2017
-------------------------------------	--------------------------	---	---	-------------------------------

Informações Técnicas				
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Consumo kWh
Energia kWh	ABR963119505	39.056	39.316	260
				Constante de Multiplicação 1

Informações Gerais
RECIBO DE QUITAÇÃO DE DÉBITOS Nº 01/2017
A Cemig, em atendimento à Lei nº 12.007, de 29/07/09, declara quitados os débitos do cliente em referência (contrato 5000004218), relativos ao fornecimento de energia elétrica a esta unidade consumidora, referente aos vencimentos de 01/01/2013 a 31/12/2016, excetuando eventuais débitos que sejam posteriormente apurados diante de possível verificação de irregularidades ou de revisão de faturamento, que abranjam o período em questão.
Tarifa vigente conforme Res Anel nº 2.076, de 24/05/2016.
O pagamento desta conta não quita débitos anteriores.
Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e ou atualização financeira (juros/basadas no vencimento das mesmas.
FEV/2017 Band. Verde - MAR/2017 Band. Amarela

Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)
Energia Elétrica kWh	260	0,85444130	222,14
Encargos/Cobranças			
Variação do IGPM: R\$216,80			0,59
Contrib Ilum Publica Municipal			21,85
Multa 2% conta de 02/2017 sobre R\$ 212,17			4,24
Juros mora 1%am: 12 dia(s) sobre R\$215,94			0,86
Tarifas Aplicadas (sem impostos)			
Energia Elétrica kWh		0,54189667	
Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar			
Bandeira Amarela			4,37

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/dia	Das
MAR17	260	8,66	30
FEV17	261	9,00	29
JAN17	268	8,64	31
DEZ16	261	9,00	29
NOV16	262	8,73	30
OUT16	311	9,42	33
SET16	264	8,80	30
AGO16	268	8,37	32
JUL16	197	6,79	29
JUN16	239	7,70	31
MAI16	246	7,93	31
ABR16	263	8,48	31
MAR16	220	7,85	28

Reservado ao Fisco
SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ouvidoria CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/04/2017	Total a pagar R\$249,68
Comprovante de Pagamento			Março/2017



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 08.981.160/0001-16 / Ins. Estadual 062.332.136.0997
Av. Batazoura, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP. 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br
Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29810
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a ABR/2017	Vencimento 08/05/2017
		Valor a pagar (R\$) 247,47

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura			Data de Emissão
			Anterior	Atual	Próxima	17/04/2017
			16/03	17/04	16/05	

Tipo de Medição Energia kWh	Medição ABR963119505	Leitura Anterior 39.316	Leitura Atual 39.591	Constante de Multiplicação 1	Consumo kWh 275
---------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--	---------------------------

Informações Gerais		Valores Faturados																																												
<p>Conforme Resolução Homologadora ANEEL 2.214/2017, no período de 1ª a 30 de abril a Tarifa será reduzida em 0,05634 R\$/kWh para reverter a previsão do Encargo de Energia de Reserva (EER) da Usina Angra III. O efeito na fatura de cada unidade consumidora se dará de acordo com seu ciclo de leitura e faturamento. Mais informações no site www.aneel.gov.br ou pelos canais convencionais de comunicação.</p> <p>O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas.</p> <p>Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br</p> <p>Leitura realizada conforme calendário de faturamento MAR/2017 Band. Amarela - ABR/2017 Band. Vermelha</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descrição</th> <th>Quantidade</th> <th>Tarifa/Preço (R\$)</th> <th>Valor (R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td>275</td> <td>0,82324593</td> <td>226,38</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Encargos/Cobranças</td> </tr> <tr> <td>Varição do IGPM: R\$213,02</td> <td></td> <td></td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>Contrib. Ilum Pública Municipal</td> <td></td> <td></td> <td>20,17</td> </tr> <tr> <td>Juros mora 1%am: 12 dia(s) sobre R\$212,17</td> <td></td> <td></td> <td>0,85</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Tarifas Aplicadas (sem impostos)</td> </tr> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td></td> <td>0,52374906</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar</td> </tr> <tr> <td>Bandeira Amarela</td> <td></td> <td></td> <td>4,04</td> </tr> <tr> <td>Bandeira Vermelha</td> <td></td> <td></td> <td>6,87</td> </tr> </tbody> </table>	Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)	Energia Elétrica kWh	275	0,82324593	226,38	Encargos/Cobranças				Varição do IGPM: R\$213,02			0,07	Contrib. Ilum Pública Municipal			20,17	Juros mora 1%am: 12 dia(s) sobre R\$212,17			0,85	Tarifas Aplicadas (sem impostos)				Energia Elétrica kWh		0,52374906		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar				Bandeira Amarela			4,04	Bandeira Vermelha			6,87
Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)																																											
Energia Elétrica kWh	275	0,82324593	226,38																																											
Encargos/Cobranças																																														
Varição do IGPM: R\$213,02			0,07																																											
Contrib. Ilum Pública Municipal			20,17																																											
Juros mora 1%am: 12 dia(s) sobre R\$212,17			0,85																																											
Tarifas Aplicadas (sem impostos)																																														
Energia Elétrica kWh		0,52374906																																												
Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar																																														
Bandeira Amarela			4,04																																											
Bandeira Vermelha			6,87																																											

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias
ABR/17	275	8,59	32
MAR/17	260	8,66	30
FEV/17	261	9,00	29
JAN/17	268	8,64	31
DEZ/16	261	9,00	29
NOV/16	262	8,73	30
OUT/16	311	9,42	33
SET/16	264	8,80	30
AGO/16	268	8,37	32
JUL/16	197	6,79	29
JUN/16	239	7,70	31
MAY/16	246	7,93	31
ABR/16	263	8,48	31

Reservado ao Fisco
SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ouvidoria CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/05/2017	Total a pagar R\$247,47
Comprovante de Pagamento			Abril/2017



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 04.981.180/0001-16 / Ins. Estadual 082.332136-0987
Av. Bataiscara, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br
Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29810
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a MAI/2017	Vencimento 08/06/2017

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura			Data de Emissão
			Anterior 17/04	Atual 16/05	Próxima 16/06	17/05/2017

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ABR963119505	39.591	39.848	1	257

Informações Gerais		Valores Faturados			
<p>Tarifa vigente conforme Res. Anel nº 2.214, de 28/03/2017. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br Leitura realizada conforme calendário de faturamento</p>		Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)
ABR/2017 Band. Vermelha - MAI/2017 Band. Vermelha		Energia Elétrica kWh	257	0,81579665	209,64
		Encargos/Cobranças			
		Contrib Ilum Publica Municipal			22,34
		Tarifas Aplicadas (sem impostos)			
		Energia Elétrica kWh		0,53059414	
		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar			
		Bandeira Vermelha			11,84

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias
MAI/17	257	8,86	29
ABR/17	275	8,59	32
MAR/17	260	8,66	30
FEV/17	261	9,00	29
JAN/17	268	8,64	31
DEZ/16	261	9,00	29
NOV/16	262	8,73	30
OUT/16	311	9,42	33
SET/16	264	8,80	30
AGO/16	268	8,37	32
JUL/16	197	6,79	29
JUN/16	239	7,70	31
MAI/16	246	7,93	31

Reservado ao Fisco
SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ouvidoria CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/06/2017	Total a pagar R\$231,98
Comprovante de Pagamento			Maio/2017



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 08.061.160/0001-16 / Ins. Estadual 062.332.136.0397
Av. Batistoni, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP: 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br
Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29810
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a JUN/2017	Vencimento 08/07/2017
	Valor a pagar (R\$) 225,58	

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura			Data de Emissão
			Anterior	Atual	Próxima	16/06/2017
			16/05	16/06	17/07	

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ABR963119505	39.848	40.111	1	263

Informações Gerais				Valores Faturados																																		
<p>Tarifa vigente conforme Res Anel nº 2.246, de 23/05/2017. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br Leitura realizada conforme calendário de faturamento</p> <p>MAI/2017 Band. Vermelha - JUN/2017 Band. Verde</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descrição</th> <th>Quantidade</th> <th>Tarifa/Preço (R\$)</th> <th>Valor (R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td>263</td> <td>0,78547827</td> <td>206,56</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Encargos/Cobranças</td> </tr> <tr> <td>Contrib Ilum Publica Municipal</td> <td></td> <td></td> <td>19,02</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Tarifas Aplicadas (sem impostos)</td> </tr> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td></td> <td>0,51990807</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar</td> </tr> <tr> <td>Bandeira Vermelha</td> <td></td> <td></td> <td>5,76</td> </tr> </tbody> </table>			Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)	Energia Elétrica kWh	263	0,78547827	206,56	Encargos/Cobranças				Contrib Ilum Publica Municipal			19,02	Tarifas Aplicadas (sem impostos)				Energia Elétrica kWh		0,51990807		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar				Bandeira Vermelha			5,76
Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)																																			
Energia Elétrica kWh	263	0,78547827	206,56																																			
Encargos/Cobranças																																						
Contrib Ilum Publica Municipal			19,02																																			
Tarifas Aplicadas (sem impostos)																																						
Energia Elétrica kWh		0,51990807																																				
Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar																																						
Bandeira Vermelha			5,76																																			

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias
JUN/17	263	8,48	31
MAI/17	257	8,86	29
ABR/17	275	8,59	32
MAR/17	260	8,66	30
FEV/17	261	9,00	29
JAN/17	268	8,64	31
DEZ/16	261	9,00	29
NOV/16	262	8,73	30
OUT/16	311	9,42	33
SET/16	264	8,80	30
AGO/16	268	8,37	32
JUL/16	197	6,79	29
JUN/16	239	7,70	31

Reservado ao Fisco
SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ovidória CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/07/2017	Total a pagar R\$225,58
--	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Comprovante de Pagamento Junho/2017



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.961.180/0001-16 / Ins. Estadual 062.322136.0087
Av. Barbosa, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br
Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpede 29610
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a JUL/2017	Vencimento 08/08/2017

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura			Data de Emissão
			Anterior	Atual	Próxima	19/07/2017
			16/06	17/07	17/08	

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ABR953119505	40.111	40.350	1	279

Informações Gerais		Valores Faturados			
<p>Tarifa vigente conforme Res. Anel nº 2.248, de 23/05/2017. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br. Leitura realizada conforme calendário de faturamento</p>		<p>Descrição</p> <p>Energia Elétrica kWh</p>	<p>Quantidade</p> <p>279</p>	<p>Tarifa/Preço (R\$)</p> <p>0,80239514</p>	<p>Valor (R\$)</p> <p>223,84</p>
		<p>Encargos/Cobranças</p>			
		<p>Contrib Ilum Publica Municipal</p>			20,42
		<p>Tarifas Aplicadas (sem impostos)</p>			
		<p>Energia Elétrica kWh</p>			0,50510774
		<p>Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar</p>			
		<p>Bandeira Amarela</p>			4,85

JUN/2017 Band. Verde - JUL/2017 Band. Amarela

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias
JUL/17	279	9,00	31
JUN/17	263	8,48	31
MAI/17	257	8,86	29
ABR/17	275	8,59	32
MAR/17	260	8,66	30
FEV/17	261	9,00	29
JAN/17	268	8,64	31
DEZ/16	261	9,00	29
NOV/16	262	8,73	30
OUT/16	311	9,42	33
SET/16	264	8,80	30
AGO/16	268	8,37	32
JUL/16	197	6,79	29

Reservado ao Fisco
SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PAJEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ovidualta CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/08/2017	Total a pagar R\$244,26
--	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Comprovante de Pagamento

Julho/2017



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.661.169/0001-16 / Ins. Estadual 062.322/03.0287
Av. Batiscara, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-121 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br

Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpede 29810
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002.

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a	Vencimento
	AGO/2017	08/09/2017
		Valor a pagar (R\$)
		233,25

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura			Data de Emissão
			Anterior	Atual	Próxima	17/08/2017
			17/07	17/08	18/09	

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ABR963119505	40.390	40.660	1	270

Informações Gerais		Valores Faturados			
<p>Tarifa vigente conforme Res Anel nº 2.248, de 23/05/2017. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Paga sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br Leitura realizada conforme calendário de faturamento</p>		<p>Descrição</p> <p>Energia Elétrica kWh</p>	<p>Quantidade</p> <p>270</p>	<p>Tarifa/Preço (R\$)</p> <p>0,78576118</p>	<p>Valor (R\$)</p> <p>212,13</p>
		Encargos/Cobranças			
		Contrib Ilum Publica Municipal			21,12
		Tarifas Aplicadas (sem impostos)			
		Energia Elétrica kWh			0,51962387
		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar			
		Bandeira Amarela			3,67
		Bandeira Vermelha			6,70
JUL/2017 Band. Amarela - AGO/2017 Band. Vermelha					

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias
AGO/17	270	8,70	31
JUL/17	279	9,00	31
JUN/17	263	8,48	31
MAI/17	257	8,86	29
ABR/17	275	8,59	32
MAR/17	260	8,66	30
FEV/17	261	9,00	29
JAN/17	268	8,64	31
DEZ/16	261	9,00	29
NOV/16	262	8,73	30
OUT/16	311	9,42	33
SET/16	264	8,80	30
AGO/16	268	8,37	32

Reservado ao Fisco
SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ovidualta CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/09/2017	Total a pagar R\$233,25
Comprovante de Pagamento			Agosto/2017



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.961.180/0001-16 / Ins. Estadual 062.322136-0/97
Av. Barbosa, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br
Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29610
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a SET/2017	Vencimento 08/10/2017

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura			Data de Emissão 18/09/2017
			Anterior 17/08	Atual 18/09	Próxima 17/10	

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ABR963119505	40.550	40.956	1	296

Informações Gerais		Valores Faturados			
<p>Tarifa vigente conforme Res. Anel nº 2.248, de 23/05/2017. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br. Leitura realizada conforme calendário de faturamento</p> <p>AGO/2017 Band. Vermelha - SET/2017 Band. Amarela</p>		<p>Descrição</p> <p>Energia Elétrica kWh</p> <p>Encargos/Cobranças</p> <p>Variação do IGPM: R\$212,34</p> <p>Contrib. Ilum. Pública Municipal</p> <p>Multa 2% conta de 08/2017 sobre R\$ 212,13</p> <p>Juros mora 1%am: 3 dia(s) sobre R\$212,13</p> <p>Tarifas Aplicadas (sem impostos)</p> <p>Energia Elétrica kWh</p> <p>Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar</p> <p>Bandeira Amarela</p> <p>Bandeira Vermelha</p>	<p>Quantidade</p> <p>296</p> <p>0,78408438</p> <p>0,02</p> <p>20,42</p> <p>4,24</p> <p>0,21</p> <p>0,51851500</p> <p>5,04</p> <p>5,85</p>	<p>Tarifa/Preço (R\$)</p> <p>232,08</p> <p>0,02</p> <p>20,42</p> <p>4,24</p> <p>0,21</p> <p>0,51851500</p> <p>5,04</p> <p>5,85</p>	<p>Valor (R\$)</p> <p>232,08</p> <p>0,02</p> <p>20,42</p> <p>4,24</p> <p>0,21</p> <p>0,51851500</p> <p>5,04</p> <p>5,85</p>

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Das
SET/17	296	9,25	32
AGO/17	270	8,70	31
JUL/17	279	9,00	31
JUN/17	263	8,48	31
MAR/17	257	8,86	29
ABR/17	275	8,59	32
MAR/17	260	8,66	30
FEV/17	261	9,00	29
JAN/17	268	8,64	31
DEZ/16	261	9,00	29
NOV/16	262	8,73	30
OUT/16	311	9,42	33
SET/16	264	8,80	30

Reservado ao Fisco SEM VALOR FISCAL		
Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-
PAJEP	-	-
COFINS	-	-

Ovidória CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/10/2017	Total a pagar R\$256,97
--	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Comprovante de Pagamento Setembro/2017



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.961.160/001-16 / Ins. Estadual 882.822/36.9997
Av. Batiscara, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br

Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29810
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a OUT/2017	Vencimento 08/11/2017
	Valor a pagar (R\$) 275,49	

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura			Data de Emissão
			Anterior	Atual	Próxima	17/10/2017
			18/09	17/10	17/11	

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ABR963119505	40.956	41.262	1	306

Informações Gerais		Valores Faturados			
<p>Tarifa vigente conforme Res Anel nº 2.248, de 23/05/2017. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br Leitura realizada conforme calendário de faturamento</p>		<p>Descrição</p> <p>Energia Elétrica kWh</p>	<p>Quantidade</p> <p>306</p>	<p>Tarifa/Preço (R\$)</p> <p>0,82520609</p>	<p>Valor (R\$)</p> <p>252,49</p>
		<p>Encargos/Cobranças</p>			
		<p>Contrib Ilum Publica Municipal</p>			
		<p>23,00</p>			
		<p>Tarifas Aplicadas (sem impostos)</p>			
		<p>Energia Elétrica kWh</p>			
		<p>0,52293310</p>			
		<p>Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar</p>			
		<p>Bandeira Amarela</p>			
		<p>4,16</p>			
		<p>Bandeira Vermelha</p>			
		<p>9,70</p>			

SET/2017 Band. Amarela - OUT/2017 Band. Vermelha

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/dia	Das
OUT/17	306	10,55	29
SET/17	296	9,25	32
AGO/17	270	8,70	31
JUL/17	279	9,00	31
JUN/17	263	8,48	31
MAY/17	257	8,86	29
ABR/17	275	8,59	32
MAR/17	260	8,66	30
FEV/17	261	9,00	29
JAN/17	268	8,64	31
DEZ/16	261	9,00	29
NOV/16	262	8,73	30
OUT/16	311	9,42	33

Reservado ao Flaco
SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ouvidoria CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/11/2017	Total a pagar R\$275,49
---	--------------------------	--------------------------	----------------------------

Comprovante de Pagamento

Outubro/2017



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 04.961.180/0001-18 / Ins. Estadual 062.322136.0087
Av. Barbosa, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br
Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29610
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a NOV/2017	Vencimento 08/12/2017
		Valor a pagar (R\$) 301,01

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe	Subclasse	Modalidade Tarifária	Datas de Leitura			Data de Emissão
Residencial Monofásico	Residencial	Convencional B1	Anterior	Atual	Próxima	17/11/2017
			17/10	17/11	15/12	

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ABR963119505	41.262	41.577	1	315

Informações Gerais		Valores Faturados			
<p>Tarifa vigente conforme Res. Anel nº 2.248, de 23/05/2017. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br. Leitura realizada conforme calendário de faturamento</p> <p>OUT/2017 Band. Vermelha - NOV/2017 Band. Vermelha</p>		<p>Descrição</p> <p>Energia Elétrica kWh</p>	<p>Quantidade</p> <p>315</p>	<p>Tarifa/Preço (R\$)</p> <p>0,86268391</p>	<p>Valor (R\$)</p> <p>271,73</p>
		Encargos/Cobranças			
		Variação do IGPM: R\$252,57			0,02
		Contrib. Ilum. Pública Municipal			24,13
		Multa 2% conta de 10/2017 sobre R\$ 252,49			5,05
		Juros mora 1%am: 1 dia(s) sobre R\$252,49			0,08
		Tarifas Aplicadas (sem impostos)			
		Energia Elétrica kWh	0,53736581		
		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar			
		Bandeira Vermelha			21,83

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Das
NOV/17	315	10,16	31
OUT/17	306	10,55	29
SET/17	296	9,25	32
AGO/17	270	8,70	31
JUL/17	279	9,00	31
JUN/17	263	8,48	31
MAI/17	257	8,96	29
ABR/17	275	8,59	32
MAR/17	260	8,66	30
FEV/17	261	9,00	29
JAN/17	268	8,64	31
DEZ/16	261	9,00	29
NOV/16	262	8,73	30

Reservado ao Fisco		
SEM VALOR FISCAL		
Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-
PIS/COFINS	-	-

Ovidória CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/12/2017	Total a pagar R\$301,01
--	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Comprovante de Pagamento

Novembro/2017



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.561.160/0001-16 / Ins. Estadual 062.322.138.0087
Av. Rataicara, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br

Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29810
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a DEZ/2017	Vencimento 08/01/2018
	Valor a pagar (R\$) 253,46	

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura			Data de Emissão
			Anterior	Atual	Próxima	15/12/2017
			17/11	15/12	16/01	

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ABR963119505	41.577	41.848	1	271

Informações Gerais
Tarifa vigente conforme Res. Anel nº 2.248, de 23/05/2017.
O pagamento desta conta não quita débitos anteriores.
Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes
(multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no
vencimento das mesmas.
É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre
atualizados e informar alterações da atividade
exercida no local.
Faça sua adesão para recebimento da conta de energia
por e-mail acessando www.cemig.com.br
Leitura realizada conforme calendário de faturamento

NOV/2017 Band. Vermelha - DEZ/2017 Band. Vermelha

Valores Faturados			
Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)
Energia Elétrica kWh	271	0,83740300	226,91
Encargos/Cobranças			
Contrib Ilum Publica Municipal			21,12
Multa 2% conta de 11/2017 sobre R\$ 271,73			5,43
Tarifas Aplicadas (sem impostos)			
Energia Elétrica kWh		0,53342571	
Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar			
Bandeira Vermelha			16,69

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Das
DEZ17	271	9,67	28
NOV17	315	10,16	31
OUT17	306	10,55	29
SET17	296	9,25	32
AGO17	270	8,70	31
JUL17	279	9,00	31
JUN17	263	8,48	31
MAI17	257	8,96	29
ABR17	275	8,59	32
MAR17	260	8,66	30
FEV17	261	9,00	29
JAN17	268	8,64	31
DEZ16	261	9,00	29

Reservado ao Fisco			
SEM VALOR FISCAL			
	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ouvidoria CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/01/2018	Total a pagar R\$253,46
Comprovante de Pagamento			Dezembro/2017



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.961.160/0001-16 / Ins. Estadual 923.323/06.0087
Av. Sabacore, 1.200 - 1ª andar - Ala A1 - CEP 30190-151 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br
Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29610
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a JAN/2018	Vencimento 08/02/2018
		Valor a pagar (R\$) 276,20

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELETRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura Anterior 15/12 Atual 16/01 Próxima 16/02	Data de Emissão 16/01/2018
-------------------------------------	--------------------------	---	--	-------------------------------

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ABR963119505	41.848	42.171	1	323

Informações Gerais		Valores Faturados			
<p>Tarifa vigente conforme Res Anel nº 2.248, de 23/05/2017. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitos penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br Leitura realizada conforme calendário de faturamento</p> <p>DEZ/2017 Band. Vermelha - JAN/2018 Band. Verde</p>		Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)
		Energia Elétrica kWh	323	0,77376900	249,91
		Encargos/Cobranças			
		Varição do IGPM: R\$272,64			0,46
		Contrib Ilum Publica Municipal			20,38
		Multa 2% conta de 12/2017 sobre R\$ 226,91			4,54
		Juros mora 1%am: 10 dia(s) sobre R\$271,73			0,91
		Tarifas Aplicadas (sem impostos)			
		Energia Elétrica kWh	0,50914000		
		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar			
		Bandeira Vermelha			7,34

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias
JAN18	323	10,09	32
DEZ17	271	9,67	28
NOV17	315	10,16	31
OUT17	306	10,55	29
SET17	296	9,25	32
AGO17	270	8,70	31
JUL17	279	9,00	31
JUN17	263	8,48	31
MAI17	257	8,86	29
ABR17	275	8,59	32
MAR17	260	8,66	30
FEV17	261	9,00	29
JAN17	268	8,64	31

Reservado ao Fisco
SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ovidória CEMIG: 0800 728 9838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/02/2018	Total a pagar R\$276,20
---	--------------------------	--------------------------	----------------------------

Comprovante de Pagamento

Janeiro/2018



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.961.169/0001-16 / Ins. Estadual 992.522/93.6987
Av. Bataccara, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br

Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29810
Tributa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

RUA URUGUAIANA 371 CS MANGABEIRAS 35500-376 DIVINOPOLIS, MG	Nº DO CLIENTE 7000076563	Nº DA INSTALAÇÃO 3002949234
	Referente a FEV/2018	Vencimento 08/03/2018

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Monofásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B 1	Datas de Leitura Anterior 16/01 Atual 16/02 Próxima 15/03	Data de Emissão 16/02/2018
--	---------------------------------	---	---	--------------------------------------

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Concedente de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ABR963119505	42.171	42.479	1	308

Informações Gerais		Valores Faturados			
<p>RECIBO DE QUITAÇÃO DE DÉBITOS Nº 01/2018 A Cemig, em atendimento à Lei nº 12.007, de 29/07/09, declara quitados os débitos do cliente em referência (contrato 5000004216), relativos ao fornecimento de energia elétrica a esta unidade consumidora, referente aos vencimentos de 01/01/2013 a 31/12/2017, excetuando eventual débitos que sejam posteriormente apurados diante de possível verificação de irregularidades ou de revisão de faturamento, que abrangiam o período em questão. Tarifa vigente conforme Res Anel nº 2.248, de 23/05/2017. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. JAN/2018 Band. Verde - FEV/2018 Band. Verde</p>		Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)
		Energia Elétrica kWh	308	0,74847016	230,50
		Encargos/Cobranças			
		Variação do IGPM: R\$227,97			0,91
		Contribuição Pública Municipal			20,38
		Multa 2% conta de 01/2018 sobre R\$ 249,91			5,00
		Juros mora 1%am: 14 dia(s) sobre R\$226,91			1,06
		Tarifas Aplicadas (sem impostos)			
		Energia Elétrica kWh		0,49414000	

<p>Histórico de Consumo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MÊS/ANO</th> <th>CONSUMO kWh</th> <th>MÉDIA kWh/Dia</th> <th>Dias</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>FEV/18</td><td>308</td><td>9,93</td><td>31</td></tr> <tr><td>JAN/18</td><td>323</td><td>10,09</td><td>32</td></tr> <tr><td>DEZ/17</td><td>271</td><td>9,67</td><td>28</td></tr> <tr><td>NOV/17</td><td>315</td><td>10,16</td><td>31</td></tr> <tr><td>OUT/17</td><td>306</td><td>10,55</td><td>29</td></tr> <tr><td>SET/17</td><td>296</td><td>9,25</td><td>32</td></tr> <tr><td>AGO/17</td><td>270</td><td>8,70</td><td>31</td></tr> <tr><td>JUL/17</td><td>279</td><td>9,00</td><td>31</td></tr> <tr><td>JUN/17</td><td>263</td><td>8,48</td><td>31</td></tr> <tr><td>MAI/17</td><td>257</td><td>8,86</td><td>29</td></tr> <tr><td>ABR/17</td><td>275</td><td>8,59</td><td>32</td></tr> <tr><td>MAR/17</td><td>260</td><td>8,66</td><td>30</td></tr> <tr><td>FEV/17</td><td>261</td><td>9,00</td><td>29</td></tr> </tbody> </table>				MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias	FEV/18	308	9,93	31	JAN/18	323	10,09	32	DEZ/17	271	9,67	28	NOV/17	315	10,16	31	OUT/17	306	10,55	29	SET/17	296	9,25	32	AGO/17	270	8,70	31	JUL/17	279	9,00	31	JUN/17	263	8,48	31	MAI/17	257	8,86	29	ABR/17	275	8,59	32	MAR/17	260	8,66	30	FEV/17	261	9,00	29
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias																																																								
FEV/18	308	9,93	31																																																								
JAN/18	323	10,09	32																																																								
DEZ/17	271	9,67	28																																																								
NOV/17	315	10,16	31																																																								
OUT/17	306	10,55	29																																																								
SET/17	296	9,25	32																																																								
AGO/17	270	8,70	31																																																								
JUL/17	279	9,00	31																																																								
JUN/17	263	8,48	31																																																								
MAI/17	257	8,86	29																																																								
ABR/17	275	8,59	32																																																								
MAR/17	260	8,66	30																																																								
FEV/17	261	9,00	29																																																								

MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias
FEV/18	308	9,93	31
JAN/18	323	10,09	32
DEZ/17	271	9,67	28
NOV/17	315	10,16	31
OUT/17	306	10,55	29
SET/17	296	9,25	32
AGO/17	270	8,70	31
JUL/17	279	9,00	31
JUN/17	263	8,48	31
MAI/17	257	8,86	29
ABR/17	275	8,59	32
MAR/17	260	8,66	30
FEV/17	261	9,00	29

Reservado ao Fisco
SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Quiditoria CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 000029492345	Instalação 3002949234	Vencimento 08/03/2018	Total a pagar R\$257,85
--	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Comprovante de Pagamento Fevereiro/2018