



**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: UMA
ALTERNATIVA VIÁVEL?**

**Andrelise Cardoso Costa¹, Débora Ferreira de Oliveira², Márcia Helena Rabelo³,
Maria Deuceny Pinheiro, Jorge Piazzarolo**

¹Graduada em Administração de Empresas, Graduando em Ciências Contábeis pela FACCACI/FEVIT, andrelisecardosocosta@hotmail.com

²Graduada em Administração de Empresas, Graduando em Ciências Contábeis pela FACCACI/FEVIT, deboraferreira.es@gmail.com

³Graduada em Administração de Empresas, Graduando em Ciências Contábeis pela FACCACI/FEVIT, mhrabelo87@gmail.com

Doutora em Ciências da Educação pela Faculdade de Psicologia e de Ciência da Educação da Universidade

de Coimbra, Professora da FACCACI/ FDCI/FEVIT, deuceny@yahoo.com.br

Pós-graduado em Finanças Públicas e Auditoria e Controladoria, Professor da FACCACI/FEVIT, jorgepiazzarolo@bol.com.br

Resumo: A busca por fontes alternativas de energia tornou-se uma necessidade premente em decorrência da expansão do uso de equipamentos elétricos e eletrônicos em empresas e domicílios. A energia solar é renovável e limpa, pois o calor do sol não é poluente e permanecerá ativo por bilhões de anos e a captação desse tipo de luminosidade não gera grandes impactos para o meio ambiente. Com o crescente uso dessa fonte energia, busca-se no presente artigo apresentar a viabilidade econômica da instalação do sistema de energia solar fotovoltaica em residências e empresas. Além do embasamento teórico sobre o assunto, a pesquisa apresenta um estudo empírico feito em uma empresa de Energia Fotovoltaica localizada em Cachoeiro de Itapemirim, onde buscou-se verificar a viabilidade da instalação do sistema de energia solar na Faculdade de Ciências Contábeis e Administrativas de Cachoeiro de Itapemirim (FACCACI). Os resultados alcançados apontam que o sistema solar fotovoltaico se torna economicamente viável, mesmo que o período de retorno não seja imediato. Destaca ainda, os incipientes incentivos e benefícios fiscais e financeiros para tornar essa fonte de energia mais acessível aos pequenos e médios geradores.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica; Viabilidade Econômica; Financiamento.

Área do Conhecimento: Ciências Sociais Aplicadas.



1. INTRODUÇÃO

A busca por fontes alternativas de energia tornou-se uma necessidade premente em decorrência da expansão do uso de equipamentos elétricos e eletrônicos em empresas e domicílios. O mundo conectado, “plugado”, está ligado a uma tomada, fazendo uso de energia elétrica e sem dúvida, além do custo desse consumo, vem o desafio da fonte geradora dessa energia.

Santos, Souza e Dalfior (2016) expõem que um dos grandes desafios do Brasil está no fornecimento da energia elétrica, notadamente porque este é um serviço que traz impactos diretos para todos os segmentos da sociedade.

Com o aumento do custo na conta de energia elétrica, a possibilidade de investimento em outras fontes alternativas de energia independentes, que venham gerar economia e reduzir a conta, tem contribuído para os projetos de instalação de unidades de geração de energia elétrica fotovoltaica.

A Terra é um planeta que recebe de forma abundante uma grande quantidade de energia solar e o homem, ao longo de estudos e técnicas, desenvolveu uma forma de aproveitamento dessa riqueza, criando o sistema fotovoltaico, ou seja, as placas solares que conhecemos hoje em dia, uma ótima fonte alternativa de geração de energia, pois não provoca impactos ambientais (GEBERT, MULLER e CASAGRANDE, 2018),

A discussão sobre fontes limpas de geração de energia (GONÇALVES, CUNHA E RHEINGANTZ, 2017) é um tema atual e relevante no contexto nacional, valorizando e justificando pesquisas que incentivam e demonstram a aplicação de sistemas de geração de energia limpa, divulgando os seus custos e respectivas análises econômicas.

É nesse contexto que o presente artigo busca responder a seguinte questão: é viável econômica e financeiramente a instalação do sistema de energia solar?

Essa questão, discutida numa abordagem teórica e prática, busca na fundamentação bibliográfica os embasamentos teóricos para subsidiar os dados empíricos alcançados com pesquisa de campo realizada na empresa Casa Solar Energia Fotovoltaica Eireli, no município de Cachoeiro de Itapemirim.

Assim, na primeira parte do presente artigo, é feito uma revisão da literatura apresentando o conceito de geração de energia solar através de placas fotovoltaicas em residências e empresas, analisando o custo-benefício da implantação desse sistema. Na segunda parte é apresentada a análise e discussão dos resultados, onde são apresentados os resultados da pesquisa empírica, que discute a viabilidade econômica financeira da implantação do sistema de energia solar fotovoltaica para redução de custos em uma Instituição de Ensino Superior de Cachoeiro de Itapemirim.

2. ENERGIA SOLAR: CONTEXTUALIZAÇÃO

Desde a antiguidade o sol vem sendo usado como fonte de energia, estando presente na iluminação natural das construções, na distribuição e organização do solo urbano e agrícola. O uso dessa fonte natural de energia foi evoluindo até transformá-la em eletricidade através um sistema de células fotovoltaicas.

Molina Júnior (2015) destacou que os dispositivos que transformam a luz solar em eletricidade são compostos de materiais semicondutores (silício), contendo substâncias denominadas dopantes, que estabelecem sua movimentação eletrônica. Assim, quando a energia luminosa é introduzida, a radiação solar incidente resulta em corrente contínua.

Existem dois tipos de sistemas de energia solar o *on-grid* e o *off-grid*. O sistema *on-grid* é instalado entre o sistema gerador fotovoltaico e o ponto de fornecimento à rede. Ele recebe a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente contínua e converte em energia alternada, sincronizando e injetando na rede elétrica. Já o sistema *off-grid* utiliza a energia armazenada nas baterias, ou seja, não é interligada a concessionária de distribuição de energia elétrica local.

Segundo Viana, Urbanetz e Rüther (2008), os sistemas solares fotovoltaicos têm a capacidade de transformar a energia solar diretamente em energia elétrica, sem emissão de gases, sem necessidade de partes móveis e silenciosamente, utilizando o sol que é uma fonte de energia limpa, renovável e virtualmente inesgotável.



Uma vez instalado, o sistema pode gerar e compensar toda energia consumida pela residência e/ou empresa, minimizando o gasto mensal com a conta de luz, que poderá ser apenas a taxa mínima pelo uso da rede, a taxa de iluminação pública e outros. Esse retorno gerado na conta de luz tem motivado pessoas físicas e jurídicas investirem nessa tecnologia, pois o retorno é percebido desde o momento em que é instalado e conectado à rede da administradora.

Segundo Inatomi e Udaeta (2005), com a conscientização da gravidade dos impactos ambientais ocorridos na geração da energia elétrica, mundialmente o assunto tem sido abordado, através de encontros internacionais, onde metas têm sido estabelecidas para minimizar os danos causados ao meio ambiente oriundo do desenvolvimento econômico. Desses encontros, surgiu o Planejamento Integrado de Recursos que é uma ferramenta com a finalidade de medir as metas traçadas.

Os sistemas fotovoltaicos, se comparados a outras fontes de energia elétrica, como energia provinda de hidrelétricas ou eólicas são relativamente mais caras para a sua concepção, mas, ao longo dos anos esses custos vêm sofrendo uma queda. Para Gobato (2017), o potencial da energia solar é imenso. Estima-se que se toda energia solar se fosse aproveitada seria suficiente para gerar mais de 1800 vezes a quantidade de energia consumida do mundo. A sustentabilidade gerada pela energia solar é uma ótima notícia em meio às manchetes de aquecimento global. Isso significa ganhos em economia e lucro também para meio ambiente.

O sistema de energia solar integrado às edificações urbanas e conectadas à rede oferecem diversas vantagens para o sistema como a redução de custos, a redução de investimentos em linhas de transmissão e distribuição, redução de perdas por transmissão e distribuição, baixo impacto ambiental, rápida instalação e a não exigência de área física.

No Brasil essa tecnologia é totalmente inovadora, pois a regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) que foi aprovada no fim de 2012. A tributação é reduzida na importação dos materiais que compõem o sistema, o que ajuda a diminuir o custo. De acordo com as diretrizes do Convenio ICMS 16/2005 de autoria do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), 24 estados e mais o Distrito Federal possuem isenção de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), para micro ou minigeração (denominação técnica para quem tem um sistema de energia solar em casa). Além disso, diversas cidades oferecem incentivos fiscais para micro e minigeração fotovoltaicos, como descontos no Imposto de Transmissão de Bens Imóveis (ITBI), Imposto sobre Serviços (ISS) e até 20% de desconto no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

Tratando-se de uma fonte de energia limpa e com um grande potencial a ser explorado no Brasil, bem maior do que os países líderes no uso dessa fonte de energia atualmente Silva (2015), Freitas e Miranda (2016), afirmam que a energia solar já vem sendo usada por países de primeiro mundo e começa a ganhar espaço no mercado brasileiro, ainda com custos elevados que em longo prazo compensa o valor investido, as energias renováveis estão crescendo cada vez mais e em um futuro breve tem grande tendência para serem as maiores fontes de energia mundial.

2.1. Relação Custo x Benefício da Energia Solar Fotovoltaica

Segundo Shayani, Oliveira e Camargo (2006), o custo de implantação da geração solar pode chegar 50 vezes o custo de uma pequena central hidrelétrica. Entretanto, o custo da energia gerada mostra-se dez vezes maiores para sistemas isolados e três vezes maiores para geração, interligados a rede elétrica.

Através do presente estudo destaca-se o sistema fotovoltaico possui um custo inicial de instalação relativamente alto, mas com o passar do tempo, a energia fotovoltaica se torna altamente rentável no ponto de vista de custo, pois, ele começa a gerar lucro após se quitar o investimento inicial e a energia solar é gratuita e a economia se estenderá por tantos anos quanto o sistema estiver ativo.

Costa e Prates (2014), afirmaram que os custos de investimento das fontes renováveis são, em geral, mais elevados do que os das tecnologias convencionais. Essas últimas já atingiram um nível tal de maturidade que os pesados investimentos em desenvolvimentos tecnológicos já foram recuperados e os custos se reduziram com a experiência e a escala adquirida ao longo do tempo. Embora as diferenças entre custos de produção sejam ainda expressivas, é importante observar



que o tempo de maturação de uma tecnologia, o custo de um sistema de energia solar fotovoltaico depende principalmente do tamanho e da complexidade da instalação.

O sistema fotovoltaico apresenta diversas vantagens, entre elas, a baixa manutenção, a possibilidade de instalação de baixa potência (W) até elevadas potências (GW) e a sua característica modular, possibilitando a ampliação do sistema conforme a necessidade.

Gonçalves, Cunha e Rheingantz (2017), mencionaram que, a tecnologia fotovoltaica integrada à edificação apresenta-se como uma opção inteligente de geração energética próxima ao ponto de consumo, não ocupando área extra e não interferindo negativamente no entorno em que se encontra. Pelo contrário, a utilização dessa tecnologia, tanto sobreposta à estrutura existente quanto sendo o próprio material de vedação, só acrescenta valor estético à edificação. Arquitetos com visão compreendem que o objetivo do bom projeto não é simplesmente criar um edifício esteticamente agradável – os edifícios do futuro devem ser ambientalmente responsáveis também.

Segundo Shayani, Oliveira e Camargo (2006), a comparação das fontes de energia através de seu custo de implantação por unidade de potência é a maneira mais simples de se analisar, pois investimentos iniciais elevados visam a não atrair facilmente os investidores, principalmente quando a taxa de juros é alta.

Entretanto, ainda existe uma grande barreira cultural em relação ao preço dessa tecnologia, pois embora os valores já tenham diminuído consideravelmente, o sistema fotovoltaico ainda é reconhecido pelos custos elevados. Dessa forma, é imprescindível o desenvolvimento de pesquisas que demonstrem a relação custo-benefício desse investimento em diferentes cenários urbanos, desmistificando e incentivando o uso de fontes limpas e alternativas de geração de energia.

Com o extraordinário potencial do Brasil para geração de energia solar, o desenvolvimento e a difusão dessa tecnologia vêm crescendo a olhos vistos, mas ainda há muito a ser explorado e aperfeiçoado. Além das condições climáticas locais que propiciam o uso de sistemas fotovoltaicos, é importante salientar pesquisas que apresentam as vantagens e especificidades dessa tecnologia.

Zomer (2012) expõe uma série de vantagens para o sistema elétrico, proveniente da instalação de painéis solares fotovoltaicos integrados ao sistema de distribuição. Dentre elas, destacam-se: diminuição das perdas por transmissão e distribuição de energia; redução dos custos com linhas de transmissão e distribuição; além dos geradores fotovoltaicos apresentarem mínima capacidade ociosa de geração de energia, quando estrategicamente distribuídos.

Segundo VARTAINEN *et al.*, (2015. p. 30) as questões relacionadas à energia fotovoltaica no contexto europeu, dentre elas o valor do sistema. Entre os anos de 2008 e 2012, o preço médio de venda apresentou uma queda de quase 80%. Ademais, o aumento do volume de mercado vem tornando o processo mais eficiente e reduzindo os custos. Segundo o estudo, divulgado pelo *“European Technology and Innovation Platform Photovoltaics”*, o preço dos módulos fotovoltaicos diminuiu abruptamente nos últimos anos, (apud Gonçalves, Cunha e Rheingantz, 2017).

Ferreira (2009) estudou as variações na produtividade de energia solar em função da orientação solar, de eventuais sombreamentos e ângulo de inclinação dos painéis, latitude e irradiação solar local e sugere uma análise preliminar antes da escolha do local para implantação dos painéis.

Apolônio (2014), afirmou que o avanço tecnológico dos sistemas fotovoltaicos, aliado aos grandes investimentos de alguns países como a Alemanha, Japão, China, Itália, entre outros, vem tornando a energia solar cada vez mais acessível, com a queda dos preços para obtenção e manutenção dos sistemas. Associado a isso, o contexto atual de incentivo à exploração de fontes renováveis de energia e diversificação da matriz geradora, a preocupação com o ecossistema, além da própria demanda energética, fomenta cada dia mais conquistas nessa área.

2.2. Sustentabilidade e Meio Ambiente

O Brasil tem uma das matrizes elétricas mais limpas do mundo, porém altamente dependente da fonte hídrica que, devido aos períodos de estiagem cada vez mais atípicos, apresenta quedas contínuas na sua geração, segundo o Portal BlueSol Energia Solar.

A energia solar é a energia eletromagnética cuja fonte é o sol, podendo ser transformada em energia térmica ou elétrica e aplicada para diversos usos. Por isso a energia solar é conhecida como fonte limpa, e possui baixo impacto ao meio ambiente, sendo um conjunto de ações com o foco no respeito ao meio ambiente.



Segundo Uczai (2012), a utilização de fontes renováveis para a universalização do acesso à energia apresenta diversos benefícios econômicos e sociais. Os mais importantes, entre eles, são o custo menor com a obtenção de energia em relação à obtida por combustíveis fósseis, e são mais efetivas na geração de empregos se comparadas com a produzida por fontes fósseis, podem contribuir para a redução da poluição de recursos hídricos.

Deve-se ressaltar que a sustentabilidade empresarial é capaz de melhorar a imagem organizacional e conquistar mais credibilidade junto aos consumidores e fornecedores. Entendemos que o sol realmente é uma fonte energética sustentável, sem falar que a captação desse tipo de luminosidade não gera grandes impactos para o ambiente. Uma empresa sustentável aproveita os benefícios da energia solar, em comparação aos combustíveis fósseis, o processo de geração de energia elétrica a partir da energia solar não emite óxidos de nitrogênio (NOx), dióxido de carbono (CO₂) e dióxido de enxofre (SO₂), gases poluentes com efeitos nocivos à saúde humana e que contribuem para o aquecimento global.

A tecnologia é uma das melhores alternativas sustentáveis de geração de energia, auxiliando na economia e cumprindo seu papel para garantir o futuro do planeta.

3. METODOLOGIA

Em busca de informações concretas sobre a viabilidade econômica na implantação da energia fotovoltaica, foi feita uma visita à empresa Casa Solar Energia Fotovoltaica Eireli, localizada em Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo. A empresa atua há cinco anos no mercado, voltada à comercialização e instalação de painéis solares fotovoltaicos para geração de energia solar, sendo a primeira deste segmento a ser fundada na região. Ela atua em todo Estado do Espírito Santo e de Minas Gerais, na venda direta ao consumidor e como distribuidora de Kit fotovoltaico para integradores. Também atua na área de treinamentos, oferecendo cursos à sua equipe e para aqueles que desejam atuar como integradores desta tecnologia, buscando novos conhecimentos que permitam oferecer aos consumidores orientações adequadas e as informações mais recentes do mercado.

Buscando confrontar a teoria com a prática e verificar a viabilidade da instalação do sistema de energia solar, foi realizada uma entrevista com o proprietário da empresa Casa Solar, Franchesco Antônio da Cunha.

Segundo Lakatos (2018), a entrevista é uma técnica de pesquisa que permite um contato direto com o objeto investigado, representando um dos instrumentos básicos para a coleta dos dados da pesquisa empírica, permitindo obter dados relevantes e significativos que não se encontram em fontes documentais.

Durante a entrevista, além das informações prestadas pelo engenheiro da empresa, foi apresentado um projeto de orçamento para implantação do sistema de energia solar na Faculdade de Administração e Ciências Contábeis de Cachoeiro de Itapemirim – FACCACI. Assim, a entrevista mais a análise orçamentária possibilitaram uma compreensão clara e real sobre a viabilidade econômica da instalação do sistema.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para melhor ilustrar e compreender a viabilidade econômica da implantação de energia solar foi solicitado à empresa um projeto de implantação do sistema de energia solar fotovoltaica para a Faculdade de Administração e Ciências Contábeis de Cachoeiro de Itapemirim – FACCACI.

Os resultados da análise do projeto apresentado pela Empresa são apresentados nos quadros a seguir.

Quadro 1 – Retorno financeiro



Degradação anual do sistema devido ao envelhecimento:	0,8 %
Taxa de inflação anual:	10 %
Taxa de reajuste da tarifa:	10 %
Taxa de juros ativo:	5 %

Fonte: Casa Solar Energia Fotovoltaica EIRELI, 2019

No Quadro 1 são apresentadas as porcentagens sobre o retorno financeiro da proposta solicitada. No entanto, Shayani, Oliveira e Camargo (2006) afirmam que é preciso fazer uma análise simples, comparando as fontes de energia através de seu custo de implantação e pode-se perceber no Quadro 1 os percentuais das taxas de juros.

Assim, buscou-se representar no Quadro 2 a simulação do desempenho econômico do sistema.

Quadro 2 - Retorno financeiro

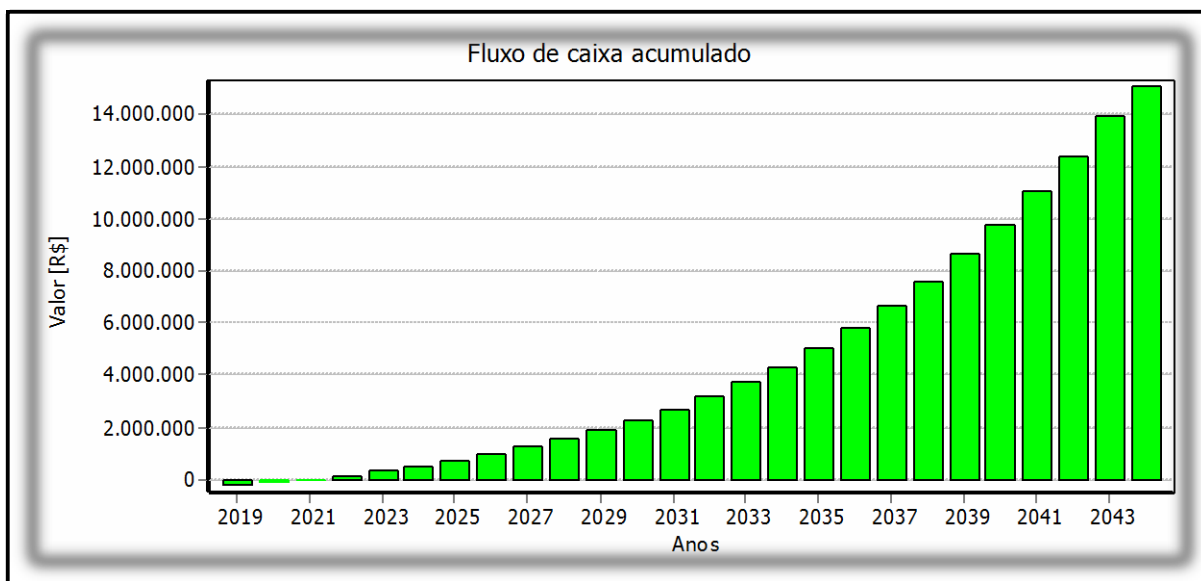
Consumo simultâneo de energia produzida:	52.649,5 kWh
Data fim análise:	23/05/2044
Economia de consumo:	R\$ 4.395.455,35
Economia para a compensação:	R\$ 5.511.507,76
Juros ativo:	R\$ 5.551.065,95
Outras receitas:	R\$ 0,00
Custos anuais para deduzir:	R\$ 84.598,95
Total:	R\$ 15.373.430,11
Capital investido:	R\$ 286.989,32
Fluxo de caixa cumulativo:	R\$ 15.086.440,79
Custos extraordinários	R\$ 0,00
Período de amortização (anos):	3
Montante após anos 26:	R\$ 15.373.430,11
Taxa composta de retorno:	16,546 %
Taxa de desconto:	2 %
VPL:	R\$ 10.390.725,68
TIR:	44,59 %

Fonte: Casa Solar Energia Fotovoltaica EIRELI, 2019

Costa e Prates (2014) chamam a atenção sobre os investimentos iniciais elevados no processo de implantação, destacando a necessidade de se pesquisar a relação custo-benefício de tal empreendimento, pode-se perceber no Quadro 2, que destaca o retorno de investimento.

Avançando no estudo, buscou-se fazer o cálculo do investimento a partir do segundo ano, considerando o coeficiente de degradação do sistema, a taxa de inflação e a taxa de juros ativo do capital acumulado.

Gráfico 1 – Fluxo de Caixa acumulado



Fonte: Casa Solar Energia Fotovoltaica EIRELI, 2019

É possível perceber, conforme dados representados no Gráfico 1 que o fluxo de caixa do projeto de instalação terá o retorno do investimento de três a cinco anos após a sua instalação. Após este período, os demais valores serão de lucro para o investidor, ou seja, no final de 26 anos, a implantação do sistema renderá R\$ 15.086.440,79.

Outra variável também analisada no presente estudo foi o consumo de energia da unidade consumidora, cujas informações resultam do levantamento do consumo de energia elétrica da FACCACI no período de janeiro a dezembro de 2018.

Quadro 3 – Consumo de energia da unidade consumidora

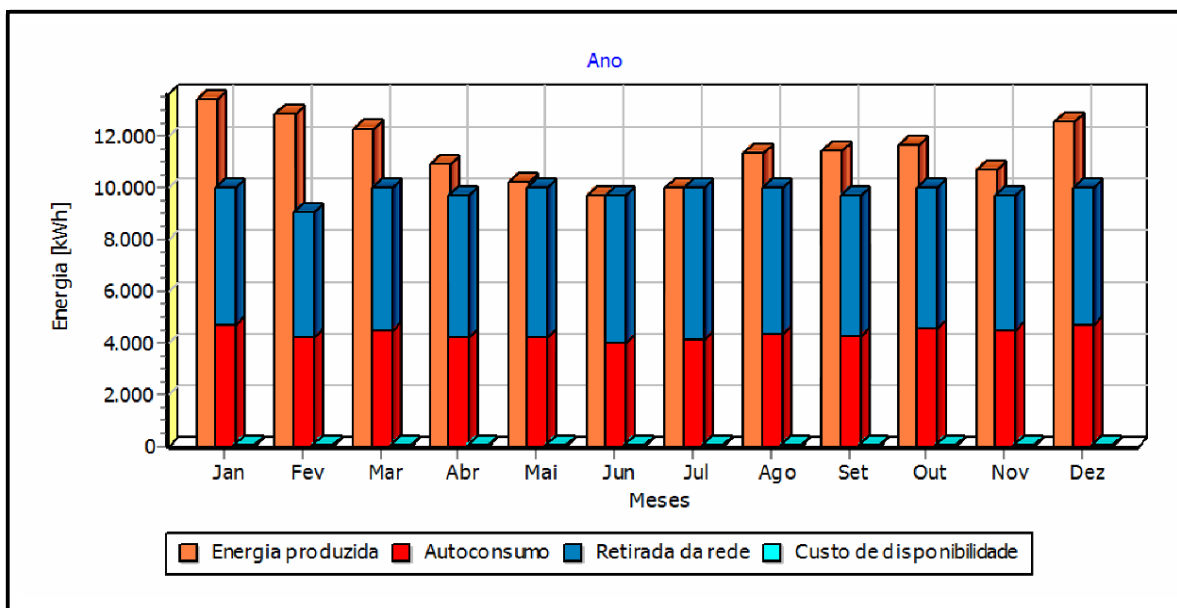
Consumo de energia da unidade consumidora anual:	118.360 kWh
Produção de energia anual:	137.483,9 kWh
Energia autoconsumida:	52.649,5 kWh
Energia introduzida:	84.834,4 kWh

Fonte: Casa Solar Energia Fotovoltaica EIRELI, 2019

No Quadro 3, é possível identificar o consumo de energia da unidade consumidora (FACCACI). Nele podemos analisar o consumo de energia da unidade, a produção de energia anual com a implantação do sistema, o consumo de energia após a instalação e a quantidade de energia introduzida na rede da concessionária como crédito. Esses dados permitem uma melhor compreensão sobre a viabilidade da implantação do sistema.

Nesse sentido, foi apresentado no Gráfico 2 um demonstrativo do consumo de energia da unidade consumidora no ano de 2018.

Gráfico 2 - Consumo de energia da unidade consumidora



Fonte: Casa Solar Energia Fotovoltaica EIRELI, 2019.

Foi registrado no Quadro 3 e no Gráfico 2 a energia produzida, autoconsumida e introduzida na rede e o custo de disponibilidade mensal e anual da FACCACI durante um ano. Com o cálculo da potência da instalação otimizada, é possível especificar a opção que subtrai do Consumo anual do usuário a quantidade de energia mínima que deverá ser paga, a disponibilidade mensal. A potência ideal produz a quantidade de energia suficiente para cobrir o consumo anual do usuário, deste modo toda a energia produzida pela instalação fotovoltaica é autoconsumida ou reembolsada por efeito do sistema de compensação de energia elétrica.

O Quadro 4 ilustra com mais clareza e precisão essas informações.

Quadro 4 – Consumo mensal ativo – Instituição FACCACI no ano de 2018

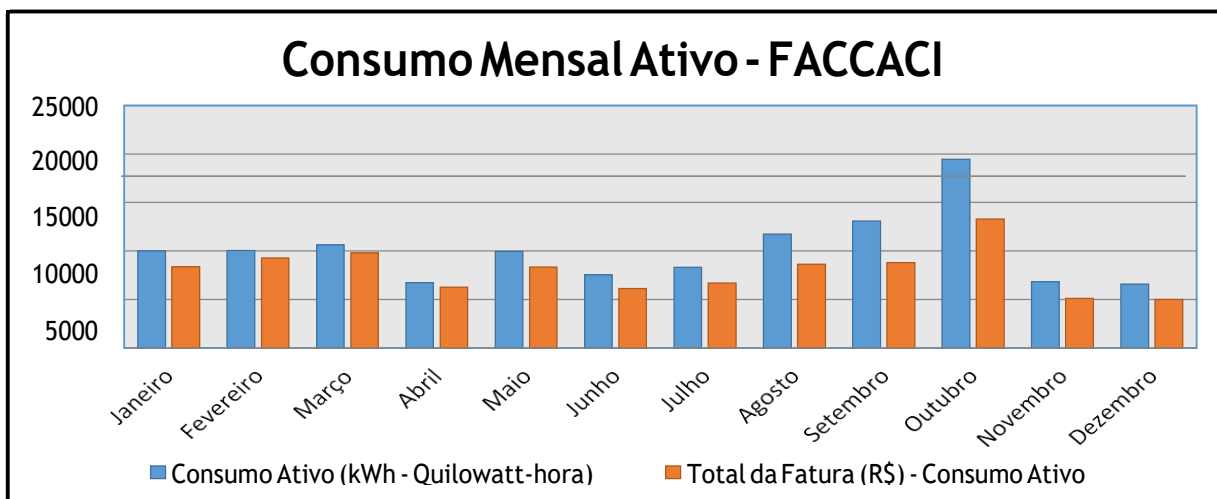
Mês/Ano	Consumo Ativo (kWh – Quilowatt-hora)	Total da Fatura (R\$) Consumo Ativo
Janeiro	10000	R\$ 8.379,14
Fevereiro	10040	R\$9.272,41
Março	10640	R\$9.815,66
Abril	6720	R\$6.273,98
Maio	9960	R\$8.337,80
Junho	7560	R\$6.145,47
Julho	8320	R\$6.695,15
Agosto	11720	R\$8.619,34
Setembro	13080	R\$8.794,85
Outubro	19440	R\$13.292,42
Novembro	6840	R\$5.111,17
Dezembro	6600	R\$5.012,18

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2019.

É possível visualizar no Quadro 4 e Gráfico 3 o consumo ativo em kwh e o valor pago mensalmente de energia elétrica fornecida pela concessionária a Instituição FACCACI no período de janeiro a dezembro de 2018.

O Gráfico 3, ilustra com mais clareza e precisão o consumo mensal ativo e os valores pagos mensalmente por esse consumo.

Gráfico 3 - Consumo mensal ativo – Instituição FACCACI no ano de 2018



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2019.

Pode-se perceber que há um equilíbrio entre as duas variáveis, cuja alteração é visível nos meses de agosto, setembro e outubro, que segundo os dados são os meses de maior consumo da Instituição.

Assim, apresentamos no Quadro 5 o consumo mensal previsto com intuito de economia financeira com a implantação do sistema fotovoltaico.

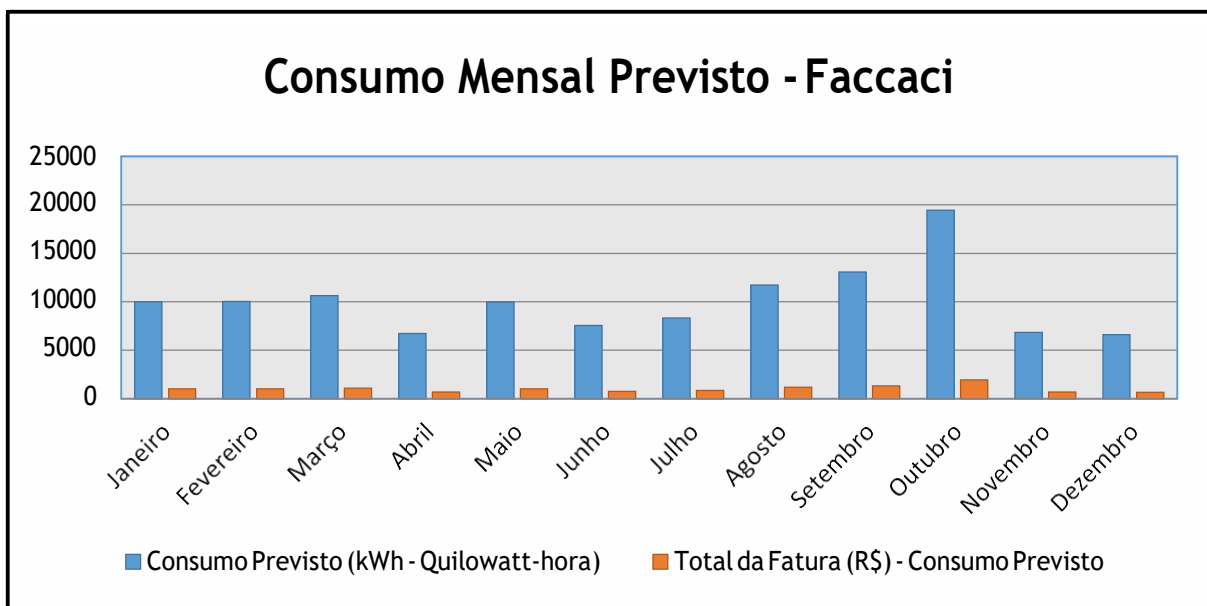
Quadro 5 – Consumo mensal previsto – Instituição FACCACI

Mês/Ano	Consumo Previsto (kWh - Quilowatt-hora)	Total da Fatura (R\$) Consumo Previsto
Janeiro	10000	R\$1.000,00
Fevereiro	10040	R\$ 1.004,00
Março	10640	R\$1.064,00
Abril	6720	R\$ 672,00
Maio	9960	R\$ 996,00
Junho	7560	R\$ 756,00
Julho	8320	R\$ 832,00
Agosto	11720	R\$1.172,00
Setembro	13080	R\$1.308,00
Outubro	19440	R\$ 1.944,00
Novembro	6840	R\$ 684,00
Dezembro	6600	R\$ 660,00

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2019.

Foi visto que Ruther (2004) expõe uma série de vantagens para o sistema elétrico, provenientes da instalação de painéis solares fotovoltaicos integrados ao sistema de distribuição e destaca a redução dos custos com linhas de transmissão e distribuição. Podemos perceber no Quadro 5 e no Gráfico 4 o consumo previsto em kWh e o valor ser pago mensalmente após a instalação do sistema na Instituição.

Gráfico 4 - Consumo mensal previsto – Instituição FACCACI no ano de 2018



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2019.

O Gráfico 3 apresenta uma redução de 90% a 95% do valor mensal. As informações referentes ao consumo ativo em kWh da Instituição FACCACI são relativas ao autoconsumo da Instituição no ano de 2018 e o consumo previsto apresentado foi calculado em cima dos dados fornecidos.

O Quadro 6, apresenta a simulação de financiamento pelo Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo (BANDES).

Quadro 6 – Simulação de financiamento Linha Fundesul (BANDES)

Valor financiado.....	286.989,32
Nº meses carência.....	6
Period. Carência.....	Mensal 60
Nº meses amortização.....	Mensal
Period. Amortização.....	6,50
SELIC.....	3,00
% Bônus Adimplência.....	286.989,32
Total financiado.....	58.530,27
Total juros pagos.....	5.607,65
Prest. Média Amortização.....	

Fonte: Casa Solar Energia Fotovoltaica EIRELI, 2019.

O Quadro 6 apresenta as informações necessárias para realizar o cálculo para um financiamento de aproximadamente 60 meses, cujos valores estão sujeitos a alterações de acordo com a apuração da capacidade de pagamento e a aprovação pelo BANDES, após análise da documentação da proposta de financiamento.

O Quadro 7, é feita uma demonstração da simulação de financiamento pelo BANDES, usando o processo de Amortização.

Quadro 7 – Simulação de financiamento – Linha Fundesul (BANDES)

	Período	Data	Saldo	Amortização	Juros	Prestação
--	---------	------	-------	-------------	-------	-----------



		25/06/2019	286.989,32			
1	Carência	25/07/2019	286.989,32	0,00	1.510,05	1.510,05
2	Carência	25/08/2019	286.989,32	0,00	1.510,05	1.510,05
3	Carência	25/09/2019	286.989,32	0,00	1.510,05	1.510,05
4	Carência	25/10/2019	286.989,32	0,00	1.510,05	1.510,05
5	Carência	25/11/2019	286.989,32	0,00	1.510,05	1.510,05
6	Carência	25/12/2019	286.989,32	0,00	1.510,05	1.510,05
1	Amort.	25/01/2020	283.195,27	3.794,05	1.510,05	5.304,10
2	Amort.	25/02/2020	279.372,42	3.822,85	1.490,09	5.312,94
3	Amort.	25/03/2020	275.520,55	3.851,87	1.469,97	5.321,84
4	Amort.	25/04/2020	271.639,44	3.881,11	1.449,70	5.330,82
5	Amort.	25/05/2020	267.728,86	3.910,58	1.429,28	5.339,86
6	Amort.	25/06/2020	263.788,60	3.940,26	1.408,71	5.348,97
7	Amort.	25/07/2020	259.818,42	3.970,18	1.387,97	5.358,15
8	Amort.	25/08/2020	255.818,10	4.000,32	1.367,09	5.367,40
9	Amort.	25/09/2020	251.787,42	4.030,69	1.346,04	5.376,72
10	Amort.	25/10/2020	247.726,13	4.061,28	1.324,83	5.386,11
11	Amort.	25/11/2020	243.634,02	4.092,12	1.303,46	5.395,57
12	Amort.	25/12/2020	239.510,84	4.123,18	1.281,93	5.405,11
13	Amort.	25/01/2021	235.356,35	4.154,48	1.260,23	5.414,72
14	Amort.	25/02/2021	231.170,33	4.186,02	1.238,37	5.424,39
15	Amort.	25/03/2021	226.952,53	4.217,80	1.216,35	5.434,15
16	Amort.	25/04/2021	222.702,71	4.249,82	1.194,15	5.443,97
17	Amort.	25/05/2021	218.420,63	4.282,08	1.171,79	5.453,88
18	Amort.	25/06/2021	214.106,04	4.314,59	1.149,26	5.463,85
19	Amort.	25/07/2021	209.758,70	4.347,34	1.126,56	5.473,90
20	Amort.	25/08/2021	205.378,35	4.380,35	1.103,69	5.484,03
21	Amort.	25/09/2021	200.964,75	4.413,60	1.080,64	5.494,24
22	Amort.	25/10/2021	196.517,64	4.447,11	1.057,42	5.504,52
23	Amort.	25/11/2021	192.036,78	4.480,87	1.034,02	5.514,88
24	Amort.	25/12/2021	187.521,89	4.514,88	1.010,44	5.525,32
25	Amort.	25/01/2022	182.972,74	4.549,16	986,68	5.535,84
26	Amort.	25/02/2022	178.389,04	4.583,69	962,75	5.546,44
27	Amort.	25/03/2022	173.770,55	4.618,49	938,63	5.557,12
28	Amort.	25/04/2022	169.117,00	4.653,55	914,33	5.567,88
29	Amort.	25/05/2022	164.428,12	4.688,88	889,84	5.578,72
30	Amort.	25/06/2022	159.703,64	4.724,48	865,17	5.589,65
31	Amort.	25/07/2022	154.943,30	4.760,34	840,31	5.600,65
32	Amort.	25/08/2022	150.146,82	4.796,48	815,26	5.611,74
33	Amort.	25/09/2022	145.313,93	4.832,89	790,03	5.622,92
34	Amort.	25/10/2022	140.444,35	4.869,58	764,60	5.634,18
35	Amort.	25/11/2022	135.537,80	4.906,55	738,98	5.645,52

Fonte: Casa Solar Energia Fotovoltaica EIRELI, 2019.



A proposta para instalação de um sistema de energia solar na FACCACI levou em conta a análise das condições econômicas para a instalação de um sistema de produção de eletricidade através da conversão fotovoltaica chamada minigeração a ser instalado na cidade de Cachoeiro de Itapemirim para uma potência nominal de 80 kW e energia produzida no primeiro ano de 137.483,9 kWh.

O sistema de energia solar requer pouca manutenção a custo extremamente baixo. É importante salientar que no geral a manutenção do sistema solar é barata e esporádica, o impacto da manutenção no custo da energia é mínimo e não representa mais do que 1% ao ano do custo total do sistema.

Apesar de a radiação solar ser variável ao longo do ano, a radiação global horizontal, que é aproveitada pela geração fotovoltaica, possui baixa variação. Mesmo a variabilidade interanual, em relação à média de longo prazo, é menor do que a observada na geração eólica ou hidrelétrica, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2012). Portanto, a geração solar fotovoltaica tem menor dependência do comportamento temporal quando se comparado às hidrelétricas e eólicas. Isso permite a integração desse sistema elétrico, na medida em que são reduzidas as incertezas quanto à disponibilidade energética da fonte e principalmente quanto ao retorno econômico do investimento.

Como se percebe no Quadro 7, consegue-se pagar todos os gastos com instalação e equipamentos em 60 meses, usando o processo de Amortização. A Amortização é um processo de extinção de uma dívida, no caso o investimento inicial com a implantação da planta de microgeração, através de pagamentos realizados provenientes do lucro obtido pela energia gerada.

Assim, é possível calcular com precisão, quando o consumidor terá o retorno de seu investimento para cada taxa de juros em questão, como observado nos quadros acima descrito para o caso do projeto da Instituição FACCACI.

5. CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que a microgeração é um importante avanço para a produção de energias renováveis em nosso país, favorecendo então o acesso dessas residências e empresas a uma produção de energia limpa. Trazendo como potenciais benefícios à modalidade ao sistema elétrico: o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a redução das perdas e a diversificação da matriz energética.

Ressalte-se o fato de que esse sistema de subsídio é regressivo do ponto de vista da distribuição de renda, apontamos que o elevado custo dos sistemas de geração faz com que seu uso se restrinja por enquanto aos consumidores com maior nível de riqueza ou renda.

O Instituto de Pesquisa Economia Aplicada (IPEA) publicou em 29 de junho de 2015 que o Brasil é referência mundial no uso de Energias Renováveis, com 41% da oferta interna dessa natureza. A perspectiva é que o país alcance 45% em 2030, enquanto a expectativa global é de 17%, no melhor dos cenários projetados. A hidroeletricidade e a biomassa (etanol, biodiesel e gás renovável), além das fontes eólica e solar, são as prioridades de pesquisa e desenvolvimento nas próximas décadas.

O Ministério da Integração Nacional anunciou, em meados de junho de 2018, mais de R\$ 3 bilhões para projetos de geração de energia solar com o objetivo de impulsionar o setor. O Brasil apresenta um grande potencial e de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), até 2024, cerca de 1,2 milhão de geradores de energia solar deverão ser instalados em casas e empresas no país, representando 15% da matriz energética brasileira e até o ano 2030, segundo o Portal Lambda Consultoria.

Nesse contexto, o sistema solar fotovoltaico se torna economicamente viável, mesmo que o período de retorno ainda se apresente alto, porém há poucos incentivos e benefícios fiscais e financeiros por parte do governo, como financiamentos mais acessíveis aos pequenos e médios geradores.

Entre as principais vantagens do sistema está a sua versatilidade, que possibilita que seja instalado em coberturas, claraboias, fachadas e até mesmo nos vidros, maximizando assim as possibilidades para o projeto de novas edificações e permitindo a implantação em edificações existentes. Assim, os sistemas de geração de energia fotovoltaicas configuram excelentes estratégias para “retrofit” de edifícios existentes, ou seja, edificações consideradas ultrapassadas,



possibilitando a obtenção de instalações mais eficientes energeticamente dentro do contexto urbano já edificado.

Como qualquer investimento, é preciso atualizar o valor para cada fluxo de caixa, com isso compará-los com o valor do investimento. No caso de o valor do investimento ser inferior ao valor atual do fluxo de caixa, o Valor Presente Líquido (VPL) é positivo, significando rentabilidade positiva para o investimento.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 08 jun. 2019.

APOLÔNIO, D. M. **Energia Solar Fotovoltaica Conectada à Rede de Energia Elétrica em Cuiabá: Estudo de Caso (Dissertação de Mestrado)**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá – MT, 2014, 149 p. Disponível em: <<http://ri.ufmt.br/handle/1/516>>. Acesso em: 13 abr. 2019.

BlueSol Energia Solar. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-em-casa/>>. Acesso em 15 jun. 2019.

Conselho Nacional de Política Fazendária. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/CV016_15. Acesso em: 15 jun. 2019.
COSTA, Ricardo Cunha e PRATES, Cláudia Pimentel T., **O Papel das fontes renováveis de energia do desenvolvimento do Setor energético e Barreiras a sua penetração no mercado – BNDES, 2014**. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2436>>. Acesso em: 25 mai. 2019.

Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

FERREIRA, Maria Amaro Matoso Aguiar. **A eficiência energética na reabilitação de edifícios (Dissertação de Mestrado)**. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009, 178 p. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10362/2296>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

FREITAS, Mateus Gouveia; e MIRANDA, Anízio de Assis Rodrigues, **Custo Benefício e implantação de sistema fotovoltaico**, UNIRV, 2016. Disponível em: <<http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/CustoBeneficio%20e%20Implata%C3%A7%C3%A3o%20de%20Sistema%20Fotovoltaico.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

GEBERT, Alice; MULLER, Rafaela; CASAGRANDE, Deise. **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**. Feira Regional de Matemática do RS, v. 1, n. 1, 2018. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/feiramatematica/article/view/9244>>. Acesso em: 13 abr. 2019.

GOBATO, Alekssander. **Estudo da geração de energia elétrica no Brasil de fontes renováveis**, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.pgsskroton.com.br/bitstream/123456789/16344/1/ALEKSSANDER%20GOBATO.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2019.

GONÇALVES, Isabel Piúma; CUNHA, Eduardo Grala da; RHEINGANTZ, Paulo Afonso. **Estudo da Relação Custo-Benefício na Implantação de Diferentes Sistemas Fotovoltaicos em um Edifício de Escritórios na ZB 2. Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, v. 14, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Cunha3/publication/320110239_Estudo_da_relacao_custobeneficio_na_implantacao_de_diferentes_sistemas_fotovoltaicos_em_um_edificio_de_escritorios_na_ZB_2_Isabel_Piuma_Goncalves_1_Eduardo_Grala_da_Cunha_2_Paulo_Afonso_Rheingantz>



z_3/links/59ce8bc44585150177db8132/estudo_da_relacao-custo-beneficio-na-implantacao-de-diferentes-sistemas-fotovoltaicos-e-um-edificio-de-escritorios-na-ZB-2>. Acesso em: 30 mai. 2019.

INATOMI, Thais Aya Hassan; UDAETA, Miguel Edgar Morales. **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos**. Brasil Japão. Trabalhos, p. 189-205, 2005.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Disponível em:<http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=25699&catid=1&Itemid=7>. Acesso em: 22 jun. 2019.

LAKATOS, Eva Maria, **Metodologia Científica**, 7 ed. - 2. Reimp., São Paulo: Atlas. 2018. Disponível em:<<https://scholar.google.com.br/citations?user=xyGjcrQAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

Lambda Consultoria. Disponível em: <https://universolambda.com.br/incentivos-energia-solar>. Acesso em: 08 jun. 2019.

MOLINA JUNIOR, Walter F. **Recursos Energéticos e ambiente [livro eletrônico]/Walter F. Molina Jr., Thiago Libório Romanelli**. Curitiba: InterSaberes, 2015. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/862456.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. Editora UFSC, 2004. <<https://scholar.google.com.br/citations?user=TM53EE4AAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra>>. Acesso em: 15 jun.2019.

SANTOS, Fabrício Almeida; SOUZA, C. A.; DALFIOR, Vanda Aparecida Oliveira. Energia solar: um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação do sistema fotovoltaico em uma residência em Ipatinga-MG. **Simpósio de excelência em Gestão e Tecnologia, XIII, Rio de Janeiro, RJ**, 2016. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/862456.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

SHAYANI, Rafael Amaral; OLIVEIRA, MAG de; CAMARGO, IM de T. **Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais**. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE). **Brasília. 2006.** p. 60. Disponível em:<https://sites.google.com/a/shayani.net/www/Comparacao_Custo_Energia_Solar_FV.pdf> Acesso em: 27 abr.2019.

SILVA, Rutelly Marques, **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**, fev. 2015. Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/507212/TD166-RutellyMSilva.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 abr.2019.

UCZAI, P. **Energias Renováveis: riqueza sustentável ao alcance da sociedade**. CÂMARA DOS DEPUTADOS, Brasília-DF, Revista n.10, p.1-273, 2012. Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/handle/1/714>>. Acesso em: 15 jun.2019.

VARTIAINEN, E.; MASSON, G.; BREYER, Ch. **PV LCOE in Europe 2014–30, European PV technology platform**. Technical Report, 2015. <<https://www.osti.gov/biblio/1351597>>. Acesso em: 30 mai.2019.

VIANA, T. S.; URBANETZ, J.; RÜTHER, R. **Potencial de sistemas fotovoltaicos concentradores no Brasil**. In: II Congresso de. 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/94284>>. Acesso em: 17/08/2019.



ZOMER, Clarissa Debiazi et al. **Megawatt Solar: geração solar fotovoltaica integrada a uma edificação inserida em meio urbano e conectada à rede elétrica.** Estudo de caso: Edifício Sede da Eletrosul, Florianópolis-Santa Catarina. 2012. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93727>>. Acesso em: 30 mar. 2019.