

**UTILIZAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UM CAMPUS DO INSTITUTO
FEDERAL: ANÁLISE ECONÔMICA
USE OF PHOTOVOLTAIC ENERGY IN A CAMPUS OF THE FEDERAL
INSTITUTE: ECONOMIC ANALYSIS**

**Janilson Lotério
Josiane Salete Dalpiaz**

RESUMO

O desenvolvimento sustentável se correlaciona de forma organizada com os aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade, de modo que consiga gerar desenvolvimento econômico e ao mesmo tempo manter os recursos naturais utilizados pela humanidade, preservando-os para as futuras gerações. Diante dessa preocupação, surge a energia renovável e o uso de painéis (placas) para captação dos raios solares e sua transformação em energia solar fotovoltaica, uma alternativa para a produção de energia limpa e sustentável. O objetivo do presente estudo é analisar a viabilidade econômica da implantação de uma usina fotovoltaica no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) câmpus Chapecó. A fundamentação teórica utilizou trabalhos que contam com a experiência de implantação de energia solar e foi baseado em um estudo bibliográfico e dados documentais dos câmpus envolvidos. Os resultados demonstram a viabilidade da implantação de energia solar no câmpus IFSC Chapecó, levando em consideração o custo total do investimento, em torno de R\$ 480.000,00 reais, e a economia gerada com sua instalação, pode-se concluir que o investimento estará totalmente pago em aproximadamente 3,6 anos.

Palavras-chave: Gestão Sustentável. Energia Solar. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Sustainable development correlates in an organized way with the economic, social, cultural and environmental aspects of society, so that it can generate economic development and at the same time maintain the natural resources used by humanity, preserving them for future generations. Given this concern, renewable energy and the use of panels (cells) to capture solar radiation and their transformation into photovoltaic solar energy arise, an alternative for the production of clean and sustainable energy. The objective of this study is to analyze the economic viability of implementing a photovoltaic plant at the Chapecó campus of the Federal Institute of Santa Catarina (IFSC). The theoretical basis used academic papers that describe the experience of solar energy implantation and was based on a bibliographic study and documentary data of the campuses involved. The results demonstrate the installation feasibility of solar energy in the IFSC Chapecó campus, taking into account the total cost of the investment, around R\$ 480.000,00, and the savings generated with its installation, one can conclude that the investment will be fully paid in approximately 3.6 years.

Keywords: Sustainable Management. Solar energy. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A definição de Sustentabilidade defendida por Gro Harlem Brundtland¹ (1987) na Organização das Nações Unidas (ONU) estabelece que o “Desenvolvimento sustentável significa suprir as necessidades do presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprirem as próprias necessidades”. Nessa visão, ao refletir sobre nosso modo de viver compreendemos a necessidade de pensar no outro. Coisas simples como o simples fato de tomar uma água gelada e depois abastecer novamente para que outra pessoa também possa ter o prazer de tomar uma água gelada, são pequenos atos de sustentabilidade. Alguns países estão mais avançados, como o Japão por exemplo, onde muitas atitudes sustentáveis são culturais. Pode-se analisar o exemplo da copa do mundo do Brasil de 2014, onde muitas pessoas ficaram surpresas ao verem os japoneses com sacolas de lixo levando o que produziram no jogo embora, para que assim, outra pessoa ao entrar no estádio recebesse ele limpo, conduta essa muito diferente do que vemos por aqui, principalmente no réveillon.

Brundtland (1987) apontou a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo da época, porém não sugeriu a estagnação do crescimento econômico, mas sua conciliação com as questões ambientais e sociais. Afirmou que a velocidade das mudanças era maior do que a capacidade dos cientistas de avaliá-las e propor soluções. Desse modo, o termo sustentabilidade se correlaciona e integra de forma organizada os aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade. Pode-se dizer que algo é sustentável se ele for ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito. Essas informações já constam também nos documentos do IFSC, mais precisamente na Resolução 28/2018 do Conselho Superior (Consup) e estão em consonância com a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) do Ministério do Meio Ambiente (IFSC, 2020a; MMA, 2020a).

No artigo 16 da resolução do Consup 28/2018 tem-se:

Art. 16 As obras, reformas e serviços de engenharia, inclusive serviços de manutenção, serão projetados e contratados considerando a acessibilidade e utilização de tecnologias, materiais e instalações sustentáveis e logística sustentável, tais como logística reversa, plano de gestão de resíduos de cada obra e reforma e com projetos que garantam, dentre outros benefícios, maior durabilidade, ***economia de energia, água*** e evitem gastos excessivos com manutenção (IFSC, 2020a, p 3, grifo nosso).

¹ Ex-primeira ministra da Noruega/Comissão da Organização das Nações Unidas (1987).

O câmpus Chapecó do IFSC há algum tempo vem buscando realizar práticas na área de sustentabilidade, como o exemplo do projeto de pesquisa “*Avaliação econômico-ambiental do reuso da água no IFSC Campus Chapecó*”² (Edital 22/2018/PROPPI), que entre outros objetivos está aproveitar a água da chuva nos banheiros do instituto, o desenvolvimento de espaços sustentáveis e a implantação de placas solares no câmpus, que ainda está em fase inicial. Percebe-se que já existem ações no câmpus, sendo assim, identifica-se uma possibilidade de explorar o uso de investimentos em sustentabilidade e seus reflexos positivos ou não nas políticas, buscando apresentar as ações relacionadas à gestão sustentável no cotidiano do câmpus.

A justificativa do projeto proposto está relacionada com a questão econômica da sustentabilidade. Uma das questões primordiais na gestão pública é o uso dos recursos públicos. Durante os últimos anos houve uma grande redução de recursos orçamentários, principalmente nos Institutos Federais (IFs) e Universidades Federais (UFs). O IFSC já teve uma estimativa de investimentos da ordem de 56 milhões (2015)³ e na previsão que está no congresso atualmente esta estimativa é de 3,8 milhões para 2021, conforme o Projeto de Lei Orçamentária Anual (PLOA/2021)⁴, uma redução de aproximadamente 93%. A tabela abaixo mostra esses valores (ME, 2020, p 741).

Tabela 1 - Valores previstos em investimentos para o IFSC, LOAS 2015 a 2020

LOA/Anos	Valor do Investimento em R\$
2015	56.120.002
2016	17.235.529
2017	8.649.645
2018	16.216.515
2019	11.487.329
2020	11.576.173
2021 (1)	3.728.198 *

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do Ministério da Economia (ME, 2020).

Nota:

(1) Dados do PLOA 2021, poderão ser alterados pelo Congresso Nacional.

² Projeto aprovado pelo edital Interno do Campus 22/2018 PROPPI, sendo o professor Alencar Migliavacca o coordenador.

³ <https://www.ifsc.edu.br/acesso-a-informacao>.

⁴ O PLOA (2021) ainda passará por votações no congresso, podendo assim ocorrer mudanças nos valores.

Lidar com um investimento cada vez menor é um grande desafio para os gestores. Nesse sentido, a proposta do presente trabalho busca auxiliar na melhoria da aplicação dos recursos orçamentários, principalmente os recursos de investimentos. O recurso é curto, mas se for possível realocar e/ou captar recursos externos por meio de projetos e editais talvez pudéssemos ter uma solução mais sustentável financeiramente aos IFs, e também benéfica ao meio ambiente.

Uma das possibilidades para reduzir custo é a substituição de modelos de energias existentes por modelos mais sustentáveis, como a energia fotovoltaica.

2 SUSTENTABILIDADE E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Os temas sustentabilidade e desenvolvimento sustentável estão ligados à ideia de continuidade, permanência e restauração, destacando-se no meio científico como um modo de gerar desenvolvimento econômico e ao mesmo tempo não exaurir os recursos naturais utilizados pela humanidade, mantendo-os para as gerações futuras (ALVES; SILVA, 2020).

Para Sartori, Latrônico e Campos (2014), sustentabilidade e desenvolvimento sustentável devem estar em equilíbrio com o avanço econômico e a preocupação com o meio ambiente, visto que a economia depende da natureza.

Em contrapartida, o processo de produção de energia elétrica emite como resíduo gás carbônico, tornando a energia elétrica uma das fontes emissoras dos gases causadores do efeito estufa, responsável pelo aquecimento global e pelas alterações climatológicas que estão afetando o equilíbrio ambiental do planeta.

No ano de 2001, diante da maior crise energética nacional (apagão de 2001), foi publicada a Resolução CONAMA nº 279/2001, que estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, a fim de incrementar a oferta de energia elétrica no país por meio das usinas eólicas e outras fontes alternativas de energia (CONAMA, 2001).

Com a finalidade de permitir que o consumidor possa gerar energia elétrica a partir da energia solar, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Resolução Normativa nº 482/2012. Essa resolução estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, e cria o sistema de compensação de energia elétrica correspondente (ANEEL, 2012).

O Brasil conta com um extenso potencial energético devido à posição geográfica privilegiada em que está inserido, resultando em maior incidência de irradiação solar diária, e

levando em consideração o risco de escassez de energia elétrica, baseado nas usinas hidrelétricas e termelétricas, serve de incentivo para aderir a fontes alternativas de energia renovável (BARBOSA FILHO *et al*, 2015).

2.1 Sistema Fotovoltaico

Heinrich Hertz, em 1886, observou pela primeira vez o efeito fotoelétrico. Hertz descobriu com o uso de um cilindro de latão, que quando um feixe de luz incidia sobre uma placa metálica próxima a outra de potencial diferente, ocorria uma descarga elétrica entre ambas (FOWLER, 2020).

A geração de energia elétrica a partir do sol é feita por meio de células solares, os chamados sistemas fotovoltaicos, onde fótons são convertidos em elétrons, através da incidência da energia luminosa sobre materiais semicondutores, tendo como produto final a eletricidade (GREENPEACE, 2004).

O silício é o material utilizado para fabricação das células fotovoltaicas comercializadas atualmente, podendo ser na forma de silício monocristalino, multicristalino e amorfo (GREENPEACE, 2004).

Segundo Dazcal e Júnior (2012), para conseguirmos tirar proveito da energia fotovoltaica é necessário mais do que apenas um painel fotovoltaico. O aproveitamento da energia fotovoltaica exige todo um sistema e não somente o uso de painéis fotovoltaicos. Esse sistema conta com:

- Baterias, responsáveis pelo acúmulo de energia;
- Controle de carga, utilizado para evitar o sobrecarregamento do sistema, e;
- Inversores para o fornecimento de corrente alternada.

Os sistemas de geração de energia solar possuem inúmeras vantagens, as quais podemos considerar: (1) Ser uma fonte abundante e inesgotável de energia, o sol, que pode ser aproveitada e transformada em energia elétrica; (2) Trata-se de uma energia totalmente limpa. “Um sistema fotovoltaico não produz lixo tóxico como as usinas nucleares, não polui o meio ambiente como as termoeletricas a gás ou a carvão e não envolve nenhum impacto ambiental ou social como as hidrelétricas” (CASARO; MARTINS, 2010, p. 160); (3) É uma fonte de produção silenciosa e não consome combustível; (4) Oferece poucos riscos, quando comparada ao uso da energia nuclear; (5) Possui custos operacionais baixos; (6) Possibilidade de utilização em áreas afastadas, reduzindo a necessidade de desenvolver novas linhas de transmissão (MIRANDA *et al*, 2019; PERSCH, 2020).

Contudo, há a necessidade de se abordar os pontos negativos, onde estão incluídos: (1) O elevado custo para a aquisição dos sistemas fotovoltaicos, sendo uma das principais dificuldades encontradas para a difusão da tecnologia no mercado; (2) Impacto visual ou estético sobre prédios e terras; (3) Necessidade de uma área adequada que receba irradiação solar por um bom período para gerar a quantidade necessária de energia; (4) Poucas políticas públicas de incentivo (NARUTO, 2017; MIRANDA *et al*, 2019; PERSCH, 2020).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2012, p 1) afirma que:

Do ponto de vista estratégico, o Brasil possui uma série de características naturais favoráveis, tais como, altos níveis de insolação e grandes reservas de quartzo de qualidade, que podem gerar importante vantagem competitiva para a produção de silício com alto grau de pureza, células e módulos solares, produtos estes de alto valor agregado. Tais fatores potencializam a atração de investidores e o desenvolvimento de um mercado interno, permitindo que se vislumbre um papel importante na matriz elétrica para este tipo de tecnologia (EPE, 2012, p 1).

Percebe-se assim que os sistemas de energia alternativos, destacando o sistema de energia fotovoltaica, podem resultar tanto em benefícios ambientais como financeiros para as instituições públicas.

Nesse sentido, o objetivo geral da pesquisa é analisar a viabilidade econômica da implantação de uma usina fotovoltaica no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) câmpus Chapecó, tendo como base os dados de implantação já realizados em outros câmpus, analisando os aspectos econômicos a fim de propor uma política para a ampliação do uso da energia solar nas instituições de Educação Profissional e Tecnológica.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O projeto proposto para esse trabalho deu-se através da realização de uma pesquisa qualitativa, baseada em informações e também dados orçamentários dos câmpus do IFSC estudados.

Inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica, seguida de uma pesquisa documental dos processos já realizados pelos outros câmpus, bem como coleta de dados nos sites e reportagens sobre implementação das usinas fotovoltaicas nos câmpus do IFSC, e assim a análise das informações sobre investimentos, economia e tempo de retorno desses processos conforme o objetivo proposto através da descrição do estudo feito.

4 RESULTADOS DE PESQUISA

A política de implementação de energia solar nos câmpus do IFSC tem sido realizada de forma bem gradativa e a partir de iniciativas pontuais de cada câmpus, obtendo um grande avanço com a implantação do projeto EnergIF⁵, onde num primeiro edital os câmpus Florianópolis, Criciúma e Jaraguá-Rau foram contemplados, e recentemente em outro edital, a Reitoria e o câmpus Florianópolis-Continente, conforme relato desses processos de implementação descritos abaixo (MEC, 2020).

4.1 Câmpus Criciúma

A implantação de energia solar no câmpus Criciúma deu-se a partir de 2009, sendo a obra entregue em agosto de 2010 e inaugurada oficialmente em novembro do mesmo ano. Atualmente oferece os cursos técnicos de Edificações, Mecatrônica e Química (integrados ao Ensino Médio), os cursos técnicos de Eletrotécnica e Edificações (subsequentes ao Ensino Médio), o curso técnico em Meio Ambiente (concomitante ao Ensino Médio), além dos cursos superiores de Licenciatura em Química, Engenharia Civil e Engenharia Mecatrônica (IFSC, 2020b).

Ao todo foram instalados 225 painéis fotovoltaicos no telhado do câmpus no ano de 2017, com início de funcionamento em outubro de 2017. Foram os primeiros painéis a serem instalados através do Projeto EnergIF (MEC, 2020)⁶.

Através do projeto EnergIA/IFSuldeminas, a usina conta com uma potência instalada de 70 kWp⁷, com capacidade para gerar 8.400 kWh/mês e teve um investimento aproximado de R\$ 442.034,29. Com a utilização da energia solar no câmpus, estima-se uma economia de 40% no custo da energia, ou seja, aproximadamente R\$ 8.000,00/mês e/ou R\$ 96.000,00/ano (ENGEPLUS, 2020).

4.2 Câmpus Jaraguá do Sul

O câmpus Jaraguá do Sul iniciou suas atividades em julho de 1994, sendo a terceira unidade do IFSC a ser inaugurada, onde atendia 100 alunos de dois cursos técnicos:

⁵ energif.org.

⁶ Projeto Ifsolar IFSuldeminas (MEC, 2020).

⁷ kWp (quilowatts pico) é o valor estimado que o sistema rende com sol pleno.

Eletromecânica e Têxtil. Entre os anos de 1997 e 2001, houve a construção de novos blocos e novos laboratórios, porém sua expansão continuou ao longo dos anos. Atualmente conta com dois câmpus que juntos ofertam cerca de 2.400 vagas entre cursos de qualificação, técnicos e superiores (IFSC, 2020c).

O câmpus Jaraguá do Sul instalou o sistema fotovoltaico para obtenção de energia solar e iniciou seu funcionamento em outubro de 2017, sendo instaladas 260 placas fotovoltaicas com uma expectativa de economia mensal de R\$ 6.000,00 a R\$ 9.000,00 na conta de energia. A usina custou aproximadamente R\$ 440.000,00 (PEREIRA, 2020).

Ao longo desses quase 3 anos, desde 2017 até hoje, pode-se observar um rendimento total de energia fotovoltaica de 227,604 Mwh (dados coletados em 02/11/2020), sendo que desses, 61,101 Mwh foram do atual ano, tendo os meses de março e abril a maior produção e junho e julho os meses com menos rendimento. A potência do sistema instalado no câmpus é de 70,20 kWp e a potência FV atual é de 14,76 kW. O câmpus já conta com uma redução total, desde sua instalação, de 159 toneladas de emissão de CO₂. O câmpus possui monitoramento online dos dados (SMA IFSC JARAGUÁ DO SUL, 2020).

A imagem abaixo demonstra o rendimento total de Mwh desde sua instalação em Jaraguá do Sul em 07/11/2020 (SMA IFSC JARAGUÁ DO SUL, 2020).

Figura 1: Rendimento total de Mwh de 2017 a 2020 - câmpus Jaraguá do Sul



Fonte: SMA IFSC JARAGUÁ DO SUL, 2020.

4.3 Câmpus Florianópolis

O câmpus Florianópolis instalou o sistema para obtenção de energia solar em agosto de 2017, sendo o primeiro sistema fotovoltaico instalado no IFSC. Tal sistema conta com 251 módulos fotovoltaicos, com potência de 70 kWp e capacidade de geração mensal de 8.000 kWh a 8.800 kWh, propondo uma redução aproximada de R\$ 40.000,00/ano (MOSSINI, 2020).

O custo do projeto do câmpus Florianópolis foi de R\$ 442.034,39, valores semelhantes aos câmpus citados anteriormente, pois fizeram parte do mesmo edital (ENGEPLUS, 2020).

Rubipiara Fernandes, professor do Departamento de Eletrotécnica do IFSC, ressaltou em entrevista que busca a interação entre os cursos com áreas afins, através do incentivo de uso de energia renovável e a possibilidade de desenvolvimento de projetos em conjunto com os cursos de Meteorologia, Eletrônica e Mecatrônica (MOSSINI, 2020).

Após 12 meses de implantação do sistema fotovoltaico pode-se perceber que houve uma redução de R\$ 69.661,00 na conta de energia elétrica, superando a expectativa prevista na instalação. O câmpus já conta com uma redução de 55,1 toneladas de emissão de CO₂ em apenas 1 ano após a implantação do sistema (FERREIRA, 2020a).

Desde 2018 conta com a implementação de um sistema de monitoramento on-line dos dados, através do projeto Smart IFSC⁸, coordenado pelo professor Rafael Rodrigues do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAE) do câmpus Florianópolis, o monitoramento e gerenciamento energético dá-se em vários câmpus do IFSC (FERREIRA, 2020b). Abaixo os dados do sistema em 17/11/2020 (RODRIGUES, 2020).

⁸ labsmart.ifsc.edu.br.

Figura 2: Câmpus Florianópolis/Energia Solar



Fonte: RODRIGUES, 2020.

Figura 3: Câmpus Florianópolis/Consumo de Energia



Fonte: RODRIGUES, 2020.

Segundo os dados coletados há uma estimativa de economia mensal de 61% quando verificada a fatura de energia elétrica que seria paga pelo câmpus Florianópolis, referente ao período de 26/10/2020 à 17/11/2020, porém nos outros câmpus ainda não se tem todos os dados necessários para realizar uma estimativa de economia.

4.4 Reitoria e câmpus Florianópolis-Continente

O câmpus Florianópolis-Continente iniciou sua história em 2003 com a formação da Comissão de Análise para Implementação de Cursos Básicos, Técnicos e Superiores de Tecnologia da área de Turismo e Hospitalidade (CAICATH), sendo que em junho de 2006 a comissão entregou seu relatório final à direção do IFSC e antes do final do ano foram empossados os primeiros gestores e definidos os perfis dos primeiros cursos, dentro do eixo Turismo, Hospitalidade e Lazer. Em 2007 foram definidos os primeiros cursos técnicos: Hospedagem (o primeiro a ser implantado), Cozinha, Serviços de Restaurante e Panificação (IFSC, 2020d).

No mês de novembro de 2020, através da etapa mais recente do Projeto EnergIF, foram implantadas o sistema de energia solar na Reitoria e no câmpus Florianópolis-Continente (MEC, 2020).

O sistema da Reitoria compreende um gerador com 129,72 kWp de capacidade instalada e 376 módulos solares de 345 W, em um total de 752 m², conectado ao sistema de distribuição através de dois inversores com potência nominal de 106 kW. Já o sistema de geração do câmpus Florianópolis-Continente compreende um gerador fotovoltaico de 240,81 kWp de capacidade instalada, 698 módulos solares de 345 W, conectado ao sistema de distribuição através de dois inversores (SILVA, 2020).

Como a implantação dos sistemas no câmpus Florianópolis-Continente e na Reitoria são recentes, não há dados exatos e assim faz-se necessário estimar. Segundo Rampinelli, Silva e Mello (2017), a irradiação solar diária média mensal em kWh/m² por dia em Florianópolis é de 5,22, isso significa que o câmpus Florianópolis-Continente poderá gerar algo em torno de 37.710 kWh/mês (240,81 x 5,22 x 30) e a Reitoria 20.314 kWh/mês (129,72 x 5,22 x 300).

De acordo com os dados da empresa Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A (Celesc), através das faturas do câmpus Chapecó, ao qual tivemos acesso, o custo do kWh é de aproximadamente R\$ 0,80⁹. Assim o câmpus Florianópolis-Continente pode gerar uma economia aproximada de 30 mil reais/mês e a Reitoria 16 mil reais/mês (CELESC, 2020). Com os dados levantados pelos câmpus acima chegamos a seguinte tabela.

⁹ O valor da fatura envolve: Consumo de Ponta (1,785108), Consumo Fora da Ponta (0,4511775) e Demanda (19,194889). O valor da última fatura foi de R\$5.640,27 e o consumo de 6.793 kWh, que resulta num custo médio da tarifa de R\$0,83. Fazendo a média em outros meses chegamos a esse valor, que acreditamos ser o que precisamos para analisar os dados.

Tabela 2 - Valores investidos por câmpus pesquisados do IFSC

Câmpus	Investimento em R\$	Economia mensal prevista (R\$)	Potências em kWp	Data da instalação	Tempo de Retorno
Criciúma (1)	442.034 (1)	8 mil	70	outubro/2017	55 meses (4,6 anos)
Jaraguá-Rau (1)	440.000 (1)	8 mil	70	março/2018	58 meses (4,8 anos)
Florianópolis(1)	442.034 (1)	8 mil	70	outubro/2017	55 meses(4,8anos)
Reitoria (2)	490.000(2)	16 mil	129,72	novembro/2020	30 meses (2,5 anos) *
Florianópolis Continente (2)	910.000(2)	30 mil	240.81	novembro/2020	30 meses (2,5 anos) *

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados de notícias dos câmpus e reportagens.

Notas:

(1) Projeto Ifsolar IFSuldeminas (MMA, 2020b).

(i) O projeto instalou várias usinas de 70 kWp pelo país.

(2) Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD (BRASIL, 2015). RDC Presencial nº 3/2018 (Ifsuldeminas).

(ii) Valor médio de 71.869,16 por módulos de 18,49 kWp (ASCON REITORIA IFSULDEMINAS, 2020).

* Dados estimados pelas informações dos editais e das reportagens.

Percebe-se que já há uma diferença na relação investimento/retorno nos dois editais. As informações fornecidas pelos sites já apontavam uma economia na aquisição dos equipamentos em torno de 40%, o que provoca uma redução da previsão de retorno em torno de quase 50% de 4,8 anos para 2,5 anos.

5 PROPOSIÇÕES DE MELHORIA

5.1 Câmpus Chapecó do IFSC

O câmpus Chapecó foi inaugurado em 22 de agosto de 2006, como parte do Plano de Expansão I do IFSC. Atualmente são 6.100 m² de área construída, sendo ofertados cinco cursos regulares: os técnicos em Mecânica e Eletroeletrônica (para formados no Ensino Médio), Eletromecânica (Proeja) e Informática (Integrado ao Ensino Médio), e o curso de graduação em Engenharia de Controle e Automação (IFSC, 2020e).

Ao contrário dos outros câmpus, o câmpus Chapecó, até o momento, não foi contemplado com uma usina fotovoltaica do Projeto EnergIF. Num primeiro momento, a implementação da energia solar no câmpus Chapecó tem como base os princípios da Gestão

Sustentável e projetos pontuais de pesquisa, como o que vemos na imagem abaixo das placas solares.

Figura 4: Câmpus Chapecó IFSC



Fonte: Os autores.

Essas placas são resultados de projetos de pesquisas realizados por professores do câmpus, destacando o projeto do professor Alencar Migliavacca¹⁰, realizado desde meados de 2013, intitulado “Micro Geração Fotovoltaica com vistas a implantação do Programa de Geração Distribuída” e desenvolvido no câmpus, sendo que o mesmo foi apresentado no SEPEI-2013 e compõe as iniciativas da política de gestão ambiental do câmpus (PANDOLFO, E. *et al*, 2020).

O sistema implantado atualmente, fruto desse projeto, possui placas com potência de 245 W, ou seja, uma potência de 0,245 kWp por placa, resultando em 5,88 kWp de potência instalada quando somados os valores das 24 placas existentes. Se considerar a incidência solar de aproximadamente 5 horas/dia no câmpus IFSC Chapecó, segundo Migliavacca *et al* (2014) temos:

¹⁰ Professor de Física do Campus IFSC Chapecó.

Tabela 3 - Potência de energia solar e recurso gerado no câmpus IFSC Chapecó

Equipamento	kWp	kWh/dia ¹	kWh/mês	Valor em reais/mês ²
Placa	0,245	1,225	36,75	29,40
Sistema completo	5,88	29,376	882	705,60

Fonte: Elaborada pelos autores.

Notas:

(1) Considerando 5 horas de sol/dia.

(2) Considerando R\$0,80 kWh.

Com a quantidade de kWh produzida por mês pelas placas já instaladas no câmpus hoje temos o valor estimado de R\$ 700,00 de economia para o câmpus Chapecó devido a instalação do sistema. Essa estimativa está desconsiderando outros gastos como rendimento real do equipamento, temperatura, condição de limpeza, perda nos cabos, manutenção, entre outros.

a) Qual seria a quantidade e o valor gasto para que todo o câmpus Chapecó fosse suprido com energia fotovoltaica?

Através das contas de energia elétrica da Celesc do câmpus Chapecó temos:

Tabela 4 - Consumo de energia elétrica câmpus IFSC Chapecó – 2019¹

Mês	Consumo (kW/h)	Mês	Consumo (kW/h)
01/2019	7836,76	07/2019	11314,72
02/2019	14276,44	08/2019	11970,21
03/2019	13331,15	09/2019	15088,67
04/2019	16125,76	10/2019	16364,8
05/2019	13224,66	11/2019	18599,68
06/2019	13246,48	12/2019	13527,14
Total do 1º/sem	63724,81	Total do 2º/sem	86865,22

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota:

(1) Devido a pandemia da Covid-19 foram utilizados os dados de 2019.

Somando os dados encontrou-se uma média de consumo de 12.550 kWh/mês, sendo essa a necessidade de energia que o câmpus possui. O sistema atual tem uma capacidade de geração de 882 kWh/mês, apenas 7% do que é usado. Então, para gerar os 12.550 kWh/mês são necessárias 340 placas com potência de 0,245 kWp cada.

Há um pregão (PE-108/2020), cujo número do processo no sipac/IFSC é 23292.027417/2020-79¹¹, em andamento para a compra de kits de implantação de energia solar para todas as unidades da rede IFSC.

Cada kit tem a potência de 2,84 kWp e um custo estimado de R\$ 13.393,34 reais.

Levando em consideração as 5 horas diárias de sol, cada kit será capaz de produzir 14,20 kWh/dia, ou seja, 426 kWh/mês. Pela necessidade do câmpus Chapecó (12.550 kWh/mês) são necessários pelo menos 30 kits novos, um valor de aproximado de R\$ 400.000,00 em investimentos (usando como base o valor do pregão existente). Não há no pregão a precisão dos custos de instalação, mas recentemente o câmpus investiu aproximadamente R\$ 24.000,00 para instalar as placas já existentes.

Conforme os dados da instalação realizada no câmpus, o custo de instalação fica aproximadamente 20% do valor investido, chegando a um total de R\$ 80.000,00 de custo de instalação, totalizando assim R\$ 480.000,00 reais de investimento.

O painel solar fotovoltaico descrito no edital é do modelo Canadian, modelo CS3U-355P KuMax, que produz 355 Wp de potência, pesa 22,6 Kg e tem dimensões de 2000 x 992 x 40 (mm)¹². O kit descrito no pregão é de 08 módulos. Assim, cada módulo ocupa uma área de 1,88m², no mínimo, e cada kit necessitaria de 15,04m². Também é importante considerar que o “peso” total de cada kit é de 180,80 kg. Recomenda-se analisar caso seja implantado no telhado, se o mesmo suporta esse peso extra.

Como a estimativa anteriormente mencionada é de 30 kits, a área mínima necessária para a implantação do sistema é de 450m². O câmpus de Chapecó conta com espaço suficiente em telhados já existentes para a instalação dos 30 kits necessários. Também, caso fosse de interesse, poderiam ser feitos estacionamentos cobertos, pois atualmente o câmpus conta com um aberto, e deste modo, esse local poderia ser utilizado para gerar energia solar.

¹¹ <https://sig.ifsc.edu.br/public/jsp/portal.jsf>.

¹² <https://microinversor.com.br/produto/painel-solar-canadian-solar-355-wp-cs3u355p/?v=9a5a5f39f4c7>

b) Em quanto tempo haveria o retorno do valor investido?

O câmpus atualmente tem uma produção estimada de 882 kwh/mês, sendo que com o acréscimo de 30 kits (2,84 kWp = 426 kWh/mês) poderão ser produzidos mais 12.780 kWh/mês, totalizando 13.662 kWh/mês. Deste modo, haverá meses em que o câmpus teria energia fotovoltaica em excesso e meses que teria deficiência, conforme verificado nas contas de energia elétrica e usando como base R\$ 0,80 kWh.

O valor gerado em reais pela usina seria de R\$ 10.929,60, aproximadamente 11 mil reais/mês. Quando divide-se esse valor pelo investimento de R\$ 480.000,00, o retorno do investimento ocorrerá em 43,6 meses, aproximadamente 3,6 anos.

Segundo o revendedor do painel solar descrito no edital, cada módulo possui garantia de 10 anos contra defeitos de fabricação e 25 anos para saída de potência linear. Em tratando-se de gastos com manutenção preventiva e também os decorrentes de problemas causados por eventos climáticos, deve-se levar em consideração a importância de analisar a necessidade de contratação de um seguro para as placas, porém analisando o retorno previsto do investimento em 3,6 anos, podemos considerar que é um investimento que num prazo relativamente curto produz uma grande economia de recursos.

6 CONCLUSÕES

O desenvolvimento sustentável trabalha como base a ideia de ser ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito.

A energia fotovoltaica é bem próxima de ser ecologicamente correta, isso porque existe a exploração de minerais que ainda afetam a natureza. Há de se levar em consideração os impactos causados pela extração e processamento do silício, utilizado para fabricação dos painéis, mas ainda existe a vantagem que depois de instaladas tais placas não geram poluição ao meio ambiente.

Ela também caminha para ser socialmente justa, apesar da necessidade de muitos avanços nesse aspecto. Existem programas através de incentivos públicos, como por exemplo o Pronaf Eco, desenvolvido pela Epagri em 2019, onde foram liberados 584 projetos de crédito para a instalação de energia solar no campo para famílias rurais de Santa Catarina (EPAGRI, 2020).

Trata-se de uma fonte de energia economicamente viável conforme analisado e comprovado no presente trabalho, antecipando um custo de energia elétrica, pois pode-se

perceber que em 5 anos, com base nas experiências dos câmpus de Florianópolis, Criciúma e Jaraguá-Rau, haverá o retorno financeiro do investimento realizado. Quando analisada a última versão do projeto (2019), que conseguiu uma redução de 41% nos valores a serem pagos pelo Governo Federal, é possível um retorno do valor pago em menor tempo, por volta de 2,5 anos. O projeto do câmpus Chapecó está estimado em 3,6 anos, pois estamos considerando os pregões existentes atualmente, mais precisamente o PE-108/2020 IFSC, sendo que as instalações da Reitoria e do câmpus Florianópolis-Continente fizeram parte do projeto EnergIF (2018), que durante sua licitação conseguiu uma redução de mais de 40% nos custos de implantação, sendo essa a diferença do retorno.

Em se tratando de um investimento público, um período de retorno com esses números é um dado muito positivo. Vale salientar que ao longo dos anos o custo com energia fotovoltaica está baixando e sua popularização permitindo preços mais acessíveis.

Cada vez mais a sociedade aceita a ideia de se investir nessa modalidade de energia, tornando a energia fotovoltaica culturalmente aceita. Ainda assim, faz-se necessário avançar na cultura organizacional das instituições públicas, pois envolve muitos fatores, entre eles questões políticas. Mas também acreditamos que as questões sociais e culturais ainda são fatores de resistência da sociedade nos investimentos de energias renováveis. Porém percebe-se que é uma forma de gerir recursos públicos de uma maneira mais sustentável.

Os sucessivos cortes orçamentários ao qual a administração pública é exposta faz com a instalação de energia solar seja uma possibilidade atrativa, permitindo uma redução nos gastos para que sejam compatíveis com seus respectivos orçamentos. Desse modo, diante de recursos escassos, tais ações voltadas para a diminuição de despesas tendem a ser uma alternativa de economia. No caso do câmpus Chapecó, os dados analisados indicam que essa taxa de retorno se daria em 3,6 anos, considerado um bom período para que o investimento seja totalmente pago. Na gestão, e principalmente na gestão pública, poucos investimentos têm esse retorno tão rápido. O que nos faz acreditar que, considerando a instalação do sistema fotovoltaico, seria possível suprir o consumo de energia total do câmpus Chapecó, tornando a opção de investimento em energia solar uma alternativa para a redução dos gastos com energia elétrica, trazendo ao câmpus uma Gestão Financeira mais sustentável.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e

minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica. Brasília, 17 abr. 2012.

ALVES, M. F.; DA SILVA, M. E. Lógica Institucional da sustentabilidade no contexto de energia solar. **REUNA**, Belo Horizonte, v. 25, n. 1, p. 35-53, jan./mar. 2020.

ASCON REITORIA IFSULDEMINAS. Sustentabilidade no IFSULDEMINAS: Ampliação projeto de usinas fotovoltaicas para geração de energia solar. Minas Gerais, 20 fev. 2020.

Disponível em:

<https://muz.ifsuldeminas.edu.br/noticias/242-if/2768-ifsuldeminas-amplia-projeto-de-usinas-fotovoltaicas-para-geracao-de-energia-solar>. Acesso em: 17 nov. 2020.

BARBOSA FILHO, W. P. *et al.* Expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil: impactos ambientais e políticas públicas. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 4, p.628 - 642, dez. 2015. Edição especial.

BRASIL. **Portaria nº 538, de 15 de dezembro de 2015**. Criar o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica - ProGD. Brasília, 15 dez. 2015.

CASARO, M. M.; MARTINS, D. C. Processamento eletrônico da energia solar fotovoltaica em sistemas conectados à rede elétrica. **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automática**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 159-172, mar./abr. 2010.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. Celesc. Tarifas e taxas de energia. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/tarifas-de-energia#tarifas-vigentes>. Acesso em: 17 nov. 2020.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Brasília, 27 jun. 2001.

DAZCAL, R. G; JÚNIOR, A. G. M. Estudo da implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica em edifício da Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira**. Rio de Janeiro: EPE, 2012.

ENGEPLUS. Começa instalação da usina fotovoltaica no Ifsc. Criciúma, 21 set. 2017.

Disponível em:

<http://www.engeplus.com.br/noticia/economia/2017/comeca-instalacao-da-usina-fotovoltaica-no-ifsc>. Acesso em: 13 nov. 2020.

EPAGRI. Geração de energia solar: Epagri elabora projetos de crédito para famílias rurais em SC. Florianópolis, 08 jul. 2020. Disponível em:

<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/07/08/geracao-de-energia-solar-epagri-elabora-projetos>. Acesso em: 17 nov. 2020.

FERREIRA, V. Sistema de placas solares traz economia de quase R\$70 mil ao Câmpus Florianópolis. Florianópolis, 01 out. 2018. Disponível em: http://florianopolis.ifsc.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2117:sistema-de-placas-solares-traz-economia-de-quase-r70-mil-ao-campus-florianopolis&catid=44:noticias&Itemid=134. Acesso em: 13 nov. 2020a.

FERREIRA, V. Sistema desenvolvido no Câmpus Florianópolis faz o monitoramento de energia em vários câmpus do IFSC. Florianópolis, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.ifsc.edu.br/conteudo-aberto/-/asset_publisher/1UWKZAkiOauK/content/id/976117/sistema-desenvolvido-no-c%C3%A2mpus-florian%C3%B3polis-faz-o-monitoramento-de-energia-em-v%C3%A1rios-c%C3%A2mpus-do-ifsc. Acesso em: 17 nov. 2020b.

FOWLER, Michael. **The Photoelectric Effect**. Disponível em: http://galileo.phys.virginia.edu/classes/252/photoelectric_effect.html. Acesso em: 2 nov. 2020.

GREENPEACE. **Dossiê Energia Positiva para o Brasil**. Brasília, 2004. Disponível em: http://greenpeace.org.br/energia/pdf/dossie_energia_2004.pdf. Acesso em: 02 nov. 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Resolução CONSUP nº 28, de 21 de agosto de 2018**. Aprova, ad referendum, a Política de Sustentabilidade do IFSC. Florianópolis, 2018. Disponível em: https://sig.ifsc.edu.br/sigrh/public/colegiados/filtro_busca.jsf. Acesso em: 22 out. 2020a.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. Histórico: Câmpus surgiu para atender à vocação econômica da cidade. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/web/campus-cricuma/historico>. Acesso em: 22 nov. 2020b.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. Histórico: Câmpus surgiram para atender à vocação econômica da cidade. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/web/campus-jaragua-do-sul/historico>. Acesso em: 22 nov. 2020c.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. Histórico: Câmpus surgiu para atender à vocação econômica da cidade. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/en/web/campus-florianopolis-continente/historico>. Acesso em: 22 nov. 2020d.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. Histórico: Câmpus surgiu para atender à vocação econômica da cidade. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/web/campus-chapeco/historico>. Acesso em: 22 nov. 2020e.

MIGLIAVACCA, A. *et al.* Medindo a radiância e a duração da incidência solar no Instituto Federal de Santa Catarina IFSC/Campus Chapecó. *In: Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC (SEPEI)*. Gaspar/SC, IFSC, 2014. Disponível em: <http://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sepei/sepei2014/paper/download/623/602>. Acesso em: 17 nov. 2020.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Orçamentos da União, Exercício Financeiro 2021, Projeto de Lei Orçamentária. Volume V, Brasília, 2020. Disponível em:

<https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/orcamento/orcamentos-anuais/2021/ploa/Volume%20V%20PLOA%202021.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Subsecretaria de Tecnologia da Informação e Educação. Programa para o Desenvolvimento em Energias Renováveis e Eficiência Energética na Rede Federal. Disponível em: <http://energif.org/>. Acesso em: 17 nov. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P). Disponível em: <https://mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p>. Acesso em: 22 out. 2020a.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Uso racional da energia e eficiência energética: projeto Ifsolar. Pouso Alegre/MG. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/projeto-ifsolar/>. Acesso em: 17 nov. 2020b.

MIRANDA, A. L. G. *et al.* Desenvolvimento de programa para simulações do dimensionamento de sistemas fotovoltaicos para os municípios do Brasil. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.8, n.1, p. 216-223, 2019.

MOSSINI, M. Inaugurado o primeiro sistema fotovoltaico do IFSC. Florianópolis, 24 ago. 2017. Disponível em: https://www.ifsc.edu.br/conteudo-aberto/-/asset_publisher/1UWKZAKiOauK/content/id/822552/inaugurado-o-primeiro-sistema-fotovoltaico-do-ifsc. Acesso em: 13 nov. 2020.

NARUTO, D. T. **Vantagens e desvantagens da geração distribuída e estudo de caso de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede elétrica**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2017.

PANDOLFO, E. *et al.* Micro Geração Fotovoltaica com vistas a implantação do Programa de Geração Distribuída – Parte Mecânica. *In: Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC (SEPEI)*. Disponível em: <https://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sepei/sepei2013/paper/view/121/275>. Acesso em: 17 nov. 2020.

PEREIRA, D. A. Usina solar é inaugurada no Câmpus Jaraguá do Sul-Rau. Florianópolis, 02 mar. 2018. Disponível em: https://www.ifsc.edu.br/conteudo-aberto/-/asset_publisher/1UWKZAKiOauK/content/usina-solar-e-inaugurada-no-campus-jaragua-do-sul-rau/30681. Acesso em: 17 nov. 2020.

PERSCH, A. **Análise da viabilidade de um sistema de energia solar fotovoltaico no câmpus São Carlos do IFSC**. Florianópolis, 25 maio 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/1416>. Acesso em: 02 nov. 2020.

RAMPINELLI, G. A., DA SILVA, J. E., MELLO, A. Análise do recurso solar da região sul de Santa Catarina a partir de distintas redes de dados meteorológicos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 6, n. 2, p. 165-183, 2017.

RODRIGUES, R. N (coord.). Smartifsc. Florianópolis. Disponível em: <http://labsmart.ifsc.edu.br/energia/index>. Acesso em: 17 nov. 2020.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente e Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 1-22, 2014.

SILVA, F. Reitoria e câmpus Florianópolis-continente instalam sistemas de geração de energia solar. Florianópolis, 02 nov. 2020. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/noticia/2057459/reitoria-e-c%C3%A2mpus-florian%C3%B3polis-continente-instalam-sistemas-de-gera%C3%A7%C3%A3o-de-energia-solar>. Acesso em: 17 nov. 2020.

SMA IFSC JARAGUÁ DO SUL. Disponível em: <https://www.sunnyportal.com/Templates/PublicPage.aspx?page=6767ca5c-9446-4512-9c19-ec01e4138679>. Acesso em: 24 nov. 2020.