



ANÁLISE PRELIMINAR DO PROJETO DE EFICIÊNCIA, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NO INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS – IFG

Sergio B. Silva*^{1,2}, Olívio C. N. Souto², Ghunter P. Viajante¹, Marcelo E. Oliveira¹, Eric N. Chaves¹, Adriano F. Faria³, Jose L. Domingos¹ e Elder G. Domingues¹

¹IFG – Instituto Federal de Goiás

²IFTM – Instituto Federal do Triângulo Mineiro

³ENEL Distribuição Goiás

Resumo - A eficiência energética envolve a análise do consumo de energia, visando melhorar o uso das fontes de energia elétrica e a redução de custos com a eletricidade. Atualmente, pode ser aplicada em conjunto com novas tecnologias como a inserção da geração distribuída. Estes geradores são localizados no ponto final de consumo ou próximo deste, e vem crescendo de forma vertiginosa nos últimos anos. Entre as tecnologias disponíveis, a solar fotovoltaica destaca entre as principais fontes. Este artigo tem por objetivo, realizar estudos das faturas de energia dos *campi* do IFG com vistas a redução dos custos de energia. Assim, foi considerando análise das ações de eficiência energética e inserção de geração distribuída aprovado na chamada ANEEL 001/2016, denominada de “Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de P&D: Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior”. Os resultados preliminares apresentaram uma economia anual de cerca de R\$760.000,00, representando uma redução na fatura de energia na ordem de 41 %. Pode-se concluir que, com a economia gerada pelo projeto, além dos benefícios com a redução dos gastos de energia, também contribui para capacitação de alunos e professores, na disseminação do conhecimento e nas melhorias de laboratórios da instituição.

Palavras-Chave – Eficiência Energética, Geração Distribuída, Solar Fotovoltaica.

PRELIMINARY ANALYSIS OF THE EFFICIENCY, RESEARCH AND DEVELOPMENT PROJECT AT THE FEDERAL INSTITUTE OF GOIÁS - IFG

Abstract - Energy efficiency involves the analysis of energy consumption, aiming to improve the use of electricity sources and the reduction of electricity costs. Nowadays, it can be applied in conjunction with new technologies such as the insertion of distributed generation, which can use different types of electrical generation systems. These generators are located at or

near the end of consumption, and have been growing rapidly in recent years. Among the available technologies, solar photovoltaic stands out among the main sources. This article aims to study the energy bills of the various campuses of IFG in order to reduce energy costs. Thus, it was considered the analysis of the actions of energy efficiency and insertion of distributed generation approved in the notice of ANEEL 001/2016, called: "Priority Project for Energy Efficiency and Strategic R&D: Energy Efficiency and Minigeneration in Public Institutions of Higher Education". The initial results showed an annual savings of approximately R\$760,000.00, representing a reduction in the energy bill in the order of 41%. It can be concluded that, with the savings generated by the project, besides the benefits with the reduction of energy costs, it also contributes to the training of students and teachers, to the dissemination of knowledge, and to the improvement of the institution's laboratories.

Keywords - Energy Efficiency, Distributed Generation, Solar Photovoltaic.

INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de energia associado a alta dependência de energia produzida por hidroelétricas e termoelétricas poluentes podem trazer sérios riscos de racionamento de energia elétrica, impactando ainda mais os problemas econômicos atuais [1]. Neste contexto, as fontes renováveis de energia, em especial a solar fotovoltaica, desempenham um papel importante no cenário brasileiro.

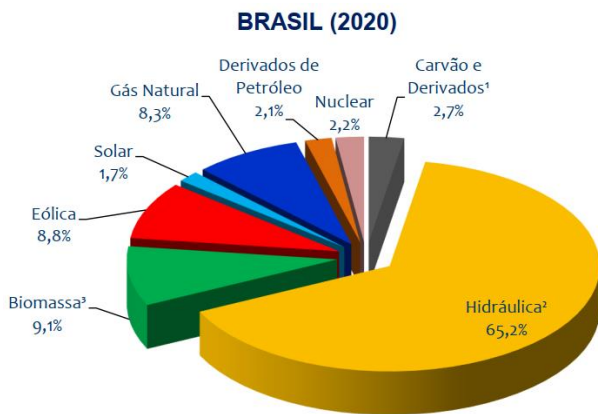
De acordo com o relatório síntese do Balanço Energético Nacional de 2021, ano base 2020 [2], a matriz elétrica brasileira é predominantemente de fontes renováveis, alcançando cerca de 84,8% da geração de energia elétrica do país. Apesar de ser principalmente hidroelétrica, outras fontes renováveis vêm aumentando sua participação na matriz, como o caso das usinas eólicas, biomassa e mais recentemente da geração solar fotovoltaica, conforme apresenta a Figura 1.

De acordo com estudos apresentados pelo Grupo BP Brasil, o consumo de energia elétrica crescerá 2,8% ao ano, com projeção de consumo total 89% maior em 2040

*sergio.eng@gmail.com

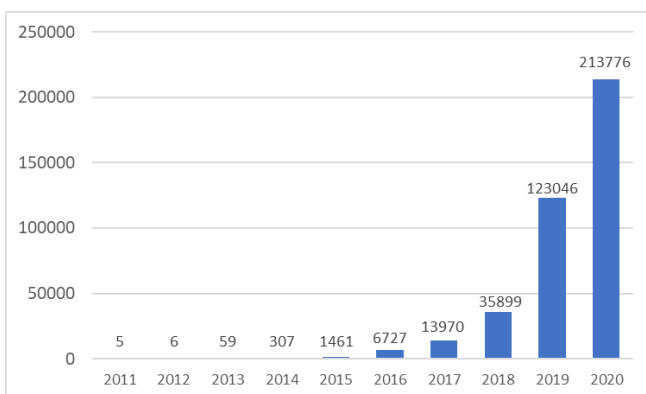
comparado a valores do ano 2017 [3]. Neste aspecto, o uso da energia renovável oferece benefícios ambientais na forma de redução da poluição do CO₂, combinando diferentes fontes de energia renováveis para formar sistemas híbridos, ou na forma de sistemas conectados à rede [4-5].

Figura 1: Matriz Elétrica Brasileira, ano base 2020 [2]



No Brasil, a geração distribuída (GD) teve como marco legal a publicação da Resolução Normativa nº 482 de 2012 (REN 482/2012), que visa estabelecer as condições para a micro e minigeração distribuída acessarem os sistemas de distribuição das concessionárias podendo compartilhar energia e aderir ao sistema de compensação de energia elétrica [6]. Essa resolução regulamentou o sistema de compensação de energia elétrica, a qual estabelece que o balanço entre a energia consumida e a energia gerada pela unidade consumidora possa ser compensada pelo usuário em um período de 60 meses. Este modelo é conhecido internacionalmente como “net metering” e é adotado em diversos países industrializados, como o caso dos EUA [7]. O número de sistemas de GD instalados no Brasil até o final de dezembro de 2020 é apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Número de Conexões de Sistemas de Geração Distribuídas [8]



A GD auxilia no alívio dos sistemas de geração centralizados de grande porte, pois reforçam a energia gerada nos próprios locais de consumo evitando que a energia tenha de ser despachada pelo sistema de transmissão e distribuição, além de postergar investimentos na expansão do sistema

elétrico brasileiro. Esta modalidade tem crescido de forma logarítmica e o principal fator é devido a difusão da energia solar fotovoltaica conectada à rede elétrica. Segundo dados da GD no Brasil, esta modalidade, no final de junho de 2021, atingiu 6 GW de potência instalada apenas da fonte solar fotovoltaica [8].

Assim, neste contexto, este artigo tem como objetivo, avaliar os benefícios gerados pela chamada da ANEEL 001 de 2016, denominada de Projeto Prioritário de Eficiência Energética (EE) e Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D): “Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior” [9]. Nesta chamada, o Instituto Federal de Goiás em parceria com a ENEL-D Goiás, teve proposta aprovada cujo aportes financeiros total orçado para o projeto foi de R\$ 11.113.839,63 (onze milhões, cento e treze mil, oitocentos e trinta e nove reais e sessenta e três centavos).

O projeto aprovado tem por objetivo geral realizar melhoria no sistema de iluminação, nos *campi* do interior do estado com sede própria, substituindo-os por sistema de iluminação com tecnologia LED. Além disso, contempla a instalações de micro e minigeradores solar fotovoltaicas com capacidade total de 1 MWp, aqui denominado de Fontes Incentivada de Energia (FIE), para redução do consumo de energia oriunda da concessionária – ENEL-D Goiás.

METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

Para atingir os objetivos estabelecidos neste artigo, as características do projeto aprovado pela Chamada 01 de 2016 são apresentadas nesta seção.

A. Chamada Pública 01/2016 da ANEEL

A Chamada de Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL, teve como objetivo principal a redução de entraves à implementação de projetos de Eficiência Energética (EE) e de geração própria de energia em unidades consumidoras do Setor Público, integrando ações e recursos dos programas de P&D e de EE regulados pela ANEEL [9].

A chamada realizou a seleção de projetos pilotos e demonstrativos em instituições públicas de educação superior, possibilitando: a troca de equipamentos energeticamente ineficientes por outros mais eficientes, a implantação de micro e minigeração solar fotovoltaica e ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Cada projeto selecionado na chamada é composto de um Projeto de Eficiência Energética (PEE) e outro de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), vinculados a uma concessionária de energia elétrica de seu respectivo estado, no caso do IFG, a ENEL-D Goiás.

Conforme disposto na Lei 9.991 de 24 de maio de 2000, as empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica devem aplicar um percentual mínimo da Receita Operacional Líquida em pesquisa e desenvolvimento (P&D) do setor elétrico e em programas de eficiência energética (EE) no uso final [10].

De acordo com a regulamentação vigente dos programas citados, à época, ANEEL pode propor, por meio de publicação de Chamada específica, projetos Prioritários de EE alinhados a políticas públicas de eficiência energética e Estratégicos de

P&D em subtemas de relevância para o setor elétrico brasileiro, os quais exijam esforço conjunto e coordenado de empresas de energia elétrica e instituições de pesquisa.

Assim, foi aprovada na 41ª Reunião Pública Ordinária da Diretoria Colegiada da ANEEL de 2016, realizada em 1º/11/2016, a Chamada de Projetos de EE Prioritário e P&D Estratégico nº 01/2016 – “Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior”. O objetivo dessa Chamada foi receber propostas de projetos de EE e P&D de forma conjunta com vistas à:

- troca de equipamentos energeticamente ineficientes por outros mais eficientes,
- mudança de hábito de consumo de professores, alunos e funcionários das Instituições Públicas de Educação Superior,
- implantação de minigeração de energia elétrica nessas instituições,
- redução de suas contas de energia elétrica,
- implementação de nova forma de gestão energética e,
- análise de impacto da inserção dessa geração na rede da concessionária, por meio de ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação, capacitação técnica e acadêmica e melhoria de infraestrutura laboratorial.

Neste sentido, o projeto “Eficiência Energética e Minigeração no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG” tem a Enel-D Goiás como empresa proponente em parceria com o IFG como entidade executora.

Com relação ao projeto de P&D, propôs-se: i) a análise dos impactos técnicos nas redes de distribuição de energia em função da inserção da Geração Distribuída e de ações de Eficiência Energética; ii) a análise de viabilidade econômica, com a aplicação de métodos determinísticos e estocásticos, frente à instalação de sistemas de GD; iii) o desenvolvimento de tecnologias de conversores eletrônicos (CC-CC e CC-CA) para a conexão e interfaceamento de Geradores FV à rede elétrica, visando a nacionalização das técnicas empregadas nestes dispositivos; iv) o estudo e implantação de um sistema completo de captação e tratamento do esgoto e de uma planta piloto para conversão de energia termo elétrica a partir da utilização do biogás [11]; e v) o estudo de telhados/coberturas das edificações no Brasil para instalação das estruturas do arranjo fotovoltaico.

Com relação ao PEE, foi proposto a melhoria no sistema de iluminação dos prédios nos diversos *campi* do IFG no interior do estado de Goiás com sede própria, substituindo-os por sistema de iluminação com tecnologia LED.

O projeto também contempla instalações de micro e minissistemas de geração fotovoltaicas, aqui denominado de Fontes Incentivada de Energia, para redução do consumo de energia oriunda da concessionária – ENEL-D Goiás, com capacidade total de 1 MWp. Ademais, o projeto prevê implementar laboratórios na área da eficiência energética e geração distribuída com vistas a auxiliar na formação de mão de obra e conscientização de alunos, docentes e comunidade em geral.

B. Ações de EE no IFG na Chamada 01/2016 ANEEL

O Instituto Federal de Goiás – IFG atende mais de 13,5 mil alunos nos seus 14 *campi*, nas diversas modalidades de cursos oferecidos conforme apresentados na Figura 3 [12].

A instituição oferta desde educação integrada ao ensino médio à pós-graduação. Na educação superior, conta com os cursos de tecnologia, especialmente na área industrial, e os de bacharelado e licenciatura.

Vale destacar que na proposta aprovada, o *campus* 1-Goiania, não foi incluso no projeto por já ter sido contemplado em uma chamada anterior ao PEE da antiga CELG-D Goiás. Além dos *campi* 12-Goiania Oeste e 13-Senador Canedo por não possuírem sede própria no período da formulação da proposta.

Figura 3 – Localização dos *campi* do IFG no estado de Goiás.



Em termos de consumo de energia, o IFG consome cerca de 3.000 MWh/ano de energia elétrica considerando todos os *campi*. No período da apresentação do projeto junto a Chamada 01/2016 da ANEEL, o gasto total com energia elétrica, foi de cerca de R\$ 2.200.000,00, o que implica em um montante considerável do orçamento da instituição.

Ao realizar as ações de eficiência energética propostas no projeto aprovado, juntamente com a implantação da geração de energia por meio de fonte incentivada solar fotovoltaica, foi esperada uma economia anual na ordem de 40 a 50% nos gastos com a energia consumida.

C. Gastos com energia nas Instituições Federais de Educação

De acordo com dados do Ministério do Planejamento [13], os gastos específicos com a energia elétrica no Ministério da Educação (MEC) em 2017, registrava os maiores custos das instituições federais de ensino. Neste mesmo período, a MME liderando o ranking de maior consumidor de energia elétrica do governo federal conforme Tabela 1.

Tabela 1: Gastos com Energia Elétrica nos Órgãos Federais em 2017 [13]

Órgão	Valor (milhões)
Ministério da Educação	639,58
Ministério da Saúde	224,87
Ministério da Defesa	469,28
Ministério da Integração	153,23
Ministério das Cidades	87,99
Justiça Federal	77,29

Em [14], os autores demonstram a necessidade de adotar medidas em busca da eficiência energética por meio mais investimento. No entanto a análise do histórico de tarifas mensais de energia elétrica juntamente com o histórico de consumo pode ser considerada como uma medida de baixo custo que, pode ser adotada pelas instituições de forma a resultar em economia de custos.

RESULTADOS E DISCUÇÕES

A. Retrofit do sistema de iluminação

A proposta para a eficiência dos sistemas de iluminação consiste na substituição das lâmpadas convencionais instaladas nos prédios do IFG por novos modelos de iluminação LED mais eficientes, com baixo consumo de energia e alta durabilidade.

No levantamento das instalações, foram registrados nos *campi* do IFG, considerando ginásios, bibliotecas, salas de aula e áreas externas ao todo 26.400 lâmpadas com uma potência instalada na ordem de 936,4 kW. A Figura 4, registra o serviço realizado pela empresa contratada na substituição das lâmpadas antigas por LED.

Figura 4 – Execução do serviço de retrofit de iluminação no IFG.



Com a substituição dos sistemas de iluminação a nova potência total calculada foi de 468 kW. A redução da demanda na ponta prevista foi de 376,98 kW. O consumo estimado após o retrofit do sistema de iluminação foi de 1.235 MWh ano, com uma redução de energia total para o IFG na ordem de 1.492,0 MWh/ano, equivalente a 50% do consumo de energia previsto para 2016. No entanto, vale destacar que os valores

estimados acima podem não refletir a realidade do IFG, pois não foi possível a instalação de um sistema de monitoramento para os circuitos de iluminação dos diversos prédios.

B. Fonte Incentivada Solar Fotovoltaica

O projeto aprovado na Chamada 01/2016 da Aneel previa a instalação de aproximadamente 3.176 módulos fotovoltaicos com potência de 315 Wp na cobertura dos prédios dos campi previamente selecionados, perfazendo uma capacidade total de 1 MWp. A Tabela 2 traz detalhes da proposta original e da instalação ocorrida após ajustes na execução do mesmo.

Tabela 2: Dados das Usinas Fotovoltaicas Previstas e Executadas no IFG para a Chamada 01/2016 da Aneel.

Campi	Pot. Prevista [kWp]	Executado		
		Pot. Mód [Wp]	Quant	Pot. Total [kWp]
1 Goiânia	-			
2 Jataí	59,85	325	278	90,35
3 Inhumas	70,56	330	274	90,42
4 Uruaçu	110,25	330	272	89,76
5 Itumbiara	174,51	325	555	180,375
6 Anápolis	113,4	325	308	100,10
7 Formosa	70,56	325	232	75,40
8 Luziânia	110,25	325	340	110,50
9 Aparecida de Goiânia	262,08	325	340	110,50
10 Cidade de Goiás		325	94	30,55
11 Águas Lindas		330	244	80,52
12 Goiânia Oeste				
13 Senador Canedo				
14 Valparaíso	28,98	325	138	44,85
15 Reitoria				
TOTAL	1000,44		3075	1003,325

Na Tabela 2, alguns *campi* não previstos no projeto original foram incluídos na execução após o andamento do projeto.

Na maioria dos *campi*, a potência final ficou limitada ao contrato de demanda do *campus*. Para o *campus* do IFG em Itumbiara-GO, a potência instalada final de 180,375 kWp foi prevista, considerando o atendimento total do consumo de energia no horário de ponta e fora de ponta. É importante destacar que o *campus* já contava com uma instalação de 70,2 kWp instalada no final de 2017 [15]. A Figura 5 mostra uma vista aérea das instalações no *campus* do IFG em Itumbiara-GO.

Figura 5 – Vista área do IFG Campus Itumbiara-GO



A Figura 6 apresenta outra instalação ocorrida no *campus* Inhumas do IFG, com módulos distribuídos no telhado dos prédios existentes.

Figura 6 – Vista aérea da Instalação dos módulos FVs do IFG *Campus* Inhumas-GO



Ao finalizar essa seção, destaca-se que ao longo de 2020 foram finalizadas todas as instalações das usinas FVs, porém apenas os *campi* com subestações com potência abaixo de 300 kVA tiveram aprovação na ENEL para iniciar a operação.

Os *campi* com subestações superior a 300 kVA tiveram que passar por processo de adequação nos seus sistemas de proteção, com entrada em operação no final do primeiro semestre de semestre de 2021.

A Figura 7 ilustra a “Árvore Solar” que foi instalada no *campus* Itumbiara. A árvore possui 10 módulos solares de 325 Wp cada, totalizando uma potência de 3,25 kWp. Outra árvore solar de mesma potência também foi instalada no *campus* Goiânia.

A árvore solar é um símbolo do projeto e representando o meio ambiente, a geração solar e a iluminação LED, já que a mesma conta com iluminação especial colorida, a qual pode ser programada para diferentes ocasiões e períodos do ano.

C. Estimativa de economia de energia para o IFG

De forma a avaliar a estimativa de economia, utilizou nesse artigo os dados de consumo para o ano de 2019, período anterior a pandemia causa pelo COVID-19 e consequentemente suspensão das atividades acadêmicas presenciais em 2020.

Vale ressaltar que a estimativa foi realizada em função de 2020 ter sido um ano atípico, uma vez que os *campi* praticamente não tiveram atividades presenciais. Portanto, não seria possível separar o que foi economia devido as ações de eficiência energética, da economia devido a diminuição do consumo em função da pandemia. Além disso, como mencionado anteriormente nem todas as usinas FVs entraram em operação neste período.

Figura 7 – Árvore Solar Instalada no *Campus* Itumbiara do IFG



Neste sentido, a metodologia aplicada para realização da estimativa, considera a potência total das usinas instaladas (considerando todas as usinas em operação) para mensurar o impacto que as mesmas causariam nas contas de energia.

Os valores foram atualizados, considerando os valores das tarifas aplicada em 2020 (conforme Tabela 3), de forma a mensurar os efeitos das ações de eficiência energética do projeto em questão.

Tabela 3: Valores médios de energia e demanda aplicados em 2020 para a ENEL-D Goiás.

<i>Campi</i>	Valores Aplicados
Custo Ponta [R\$/kWh]	2,591
Custo Fora Ponta [R\$/kWh]	0,485
Custo DEMANDA [R\$/kVA]	32,52

Os resultados obtidos para a simulação são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Estimativas de economia de energia PEE/ENEL-D Goiás.

<i>Campi</i>	Sem UFV	Com UFV	[%]
1 Goiânia			
2 Jataí	196.167,85	135.701,21	30,82
3 Inhumas	168.052,37	104.620,02	37,75
4 Uruaçu	268.892,44	206.394,12	23,24
5 Itumbiara	278.933,20	146.466,64	47,49
6 Anápolis	164.855,25	91.717,24	44,36
7 Formosa	151.567,02	95.764,56	36,82
8 Luziânia	150.190,46	51.335,15	65,82
9 Aparecida de Goiânia	220.724,90	141.441,78	35,92
10 Cidade de Goiás	72.351,24	37.660,03	47,95
11 Águas Lindas	99.182,68	34.733,58	64,98
12 Goiânia Oeste			
13 Senador Canedo			
14 Valparaíso	84.891,22	52.077,40	38,65
15 Reitoria			
TOTAL	1.855.808,63	1.097.911,74	41

De acordo com os resultados demonstrados na Tabela 4, a economia global da ação de eficiência, considerando a fonte incentivada solar fotovoltaica foi de 41% do gasto com

energia para os *campi* envolvidos no projeto. Isto corresponde aproximadamente R\$760 mil reais de economia no ano.

Outras análises precisam ser concluídas no projeto, com os benefícios das instalações das usinas FVs e, ainda, possíveis revisões dos contratos de demanda de cada *campus*.

CONCLUSÕES

Este artigo apresentou uma análise inicial das ações de eficiência energética desenvolvida no IFG. Ações direcionadas especificamente na substituição do sistema de iluminação (*retrofit*), com a substituição de mais de 26 mil pontos de luz por tecnologia LED. Também foi realizada a instalação de 4 (quatro) micro e 7 (sete) miniusinas FVs, aqui denominadas de fontes incentivadas.

O projeto ainda em desenvolvimento vem contribuindo significativamente com a redução de despesas com energia para o IFG. Além disso, na proposta aprovada pela Chamada 01/2016 da Aneel, o IFG foi contemplado com recursos para a realização de pesquisas e desenvolvimento tecnológico. Neste sentido, busca-se aplicar os recursos de forma a contribuir com a disseminação de ações voltadas para a eficiência energética em prédios públicos, servindo de referência para novos projetos de eficiência energética e de geração distribuída em instituições públicas e privadas.

Os resultados iniciais demonstram uma econômica de 41%, frente aos gastos de energia elétrica nos *campi* atendidos. O resultado pode ser ainda maior, ao incluir a redução de consumo de energia com as ações de *retrofit* do sistema de iluminação, a qual, neste artigo, não foram apresentados os cálculos do benefício.

Vários estudos ainda estão em desenvolvimento no IFG, incluindo novas análises dos contratos de energia, os quais, representam em média, cerca de 25% dos custos de energia nos *campi*.

REFERÊNCIAS

- [1] EL HAGE, F. S.; RUFÍN, C. Context analysis for a new regulatory model for electric utilities in Brazil. *Energy Policy*, v. 97, p. 145-154, 2016.
- [2] EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional BEN 2021: ano base 2020. Rio de Janeiro, RJ, 2021.
- [3] BP. BP Statistical Review of World Energy, 2017. Acessado em 18 de julho de 2021, em: <<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>>
- [4] DURSUN B. Determination of the optimum hybrid renewable power generating systems for Kavakli campus of Kirklareli University, Turkey. *Renew Sustain Energy Rev* 2012.
- [5] JAMEL MS, RAHMAN AA, SHAMSUDDIN AH. Advances in the integration of solar thermal energy with conventional and non-conventional power plants. *Renew Sustain Energy Rev* 2013.
- [6] ANEEL. (2012) - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Brasília-DF, 2012. Acessado em 18 de julho de 2021, em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>.
- [7] JEREMY L., FERNANDO H. M., ELHAM F., RICARDO A.S, Chapter 8 - Market Design Issues of Distributed Generation, Editor(s): G.B. Gharehpetian, S. Mohammad Mousavi Agah, *Distributed Generation Systems*, Butterworth-Heinemann, 2017, Pages 369-413, Acessado em 8 de julho de 2021, em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804208-3.00008-X>>
- [8] ANEEL. Unidades Consumidoras com Geração Distribuída – Resumo por tipo de geração. Acessado em 8 de julho de 2021, em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Fonte.asp>.
- [9] ANEEL. Chamada ANEEL Nº. 001/2016, Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de P&D: “Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior”. Acessado em 8 de setembro de 2021, em: <<https://www.aneel.gov.br/documents/656831/15136291/FAQ+1/d67acfd0-9919-4666-a448-1385cc83fa11>>.
- [10] BRASIL. Lei ordinária nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Brasília, DF, 2000. Acessado em 8 de setembro de 2021, em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm>
- [11] B.E.S. MENDES, J.L. DOMINGOS, A.J. ALVES. Estudos da melhoria da eficiência energética de um sistema de geração fotovoltaica por meio de arrefecimento de painéis solares com água de reuso. Acessado em 8 de setembro de 2021, em: <https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/artigos/artigo_566.pdf>.
- [12] IFG – Campus. Acessado em 8 de setembro de 2021, em: <<https://www.ifg.edu.br/campus>>. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão – MPDG, sítio Contas Abertas, disponível na página do governo federal. Acedido em 23 de setembro de 2019, em: <<http://www.portaltransparencia.gov.br/>>.
- [13] Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão – MPDG, sítio Contas Abertas, disponível na página do governo federal Acessado em 23 de outubro de 2019, em: <<http://www.portaltransparencia.gov.br/>>.
- [14] OLIVEIRA C. S.; MARQUES J. J. A.; JUNIOR B. F. S.; LINARD F. M. A.; ALMEIDA A. R. Análise Tarifária Da Universidade Federal do Piauí – Campus Petrônio Portela. Congresso Técnico Científico de Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Fortaleza - CE. 2015.
- [15] M.V.S. CANDINE, S.B. SILVA, O.C.N. SOUTO, W.M. LEÃO, B.G.G.L.Z. VICENTE. Análise de Desempenho de Sistemas Fotovoltaicos, Considerando a Influência da Sujeira na Região Sul de Goiás: Estudo de Caso no IFG – Campus Itumbiara. Acedido em 8 de setembro de 2021, em: <https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/artigos/artigo_210.pdf>.