



**XV ENCAC** Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

**XI ELACAC** Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

## **ANÁLISE DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA DE ENSINO NA CIDADE DE COLATINA-ES**

**Cassia S. Salvador (1); Eduarda L. Bianchi (2); Antonio V. C. Nunes (3); Nathalia V. Bonifácio (3); Alexandre C. Amorim (4)**

(1) graduanda em Arquitetura e Urbanismo, cassia.salvador@hotmail.com.

(2) graduanda em Arquitetura e Urbanismo, eduardasagrilibianchi@gmail.com.

(3) técnicos em Edificações.

(4) Mestre, Professor na faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal do Espírito Santo – *campus* Colatina, cypreste@ifes.edu.br, Av. Arino Gomes Leal, 1700, Santa Margarida, Colatina - ES, 29700-558, (27) 3723-1500.

### **RESUMO**

A energia solar é uma fonte renovável, livre de carbono, existente em maior abundância no planeta e proveniente de uma fonte inesgotável. O Brasil possui grande potencial para a geração de energia solar fotovoltaica (FV) devido aos níveis de radiação solar, o que caracteriza uma alternativa para complementar a atual matriz energética brasileira, que é derivada, em sua maioria, das hidroelétricas. Várias legislações públicas surgiram nos últimos dez anos visando o incentivo dessa tecnologia no cenário nacional. Entretanto a participação efetiva dessa fonte na matriz energética do país ainda é pequena, mesmo tendo apresentado um crescimento nos últimos anos. Esse estudo tem por objetivo avaliar a capacidade de geração energia fotovoltaica no Instituto Federal do Espírito Santo – *campus* Colatina, e sua posterior distribuição na rede, por meio de estudos da área de cobertura, levantamento de dados de radiação solar para o local, investigação do consumo de energia do *campus* e dimensionamento do sistema. Assim, foi estimada a quantidade de energia possível de ser gerada, que ultrapassou em 60% o consumo de energia anual do *campus*, bem como a viabilidade econômica do sistema, que apresenta um valor de investimento de aproximadamente cinco anos e um tempo de retorno gerado pela tecnologia implantada de 20 anos. Os resultados encontrados permitem que o *campus* possa planejar em longo prazo a utilização da sua verba destinada para custeio, que atualmente tem praticamente 40% de seu total destinado ao pagamento das contas de energia, para outras demandas e investimentos dentro da instituição.

Palavras-chave: energia solar, painéis fotovoltaicos, micro geração.

### **ABSTRACT**

Solar energy is a renewable, carbon-free source that exists in great abundance on earth, because it comes from an unlimited source. Brazil has great potential to generate photovoltaic (PV) solar energy due to the levels of solar radiation, which characterizes an alternative to complement the current Brazilian energy matrix, which is derived, in the most part, from hydroelectric plants. Several public legislations emerged in the last ten years, aimed at encouraging this technology in the national scenario, however the effective participation of this source in the country's energy matrix still small, even though it has shown growth in recent years. This study aims to evaluate the photovoltaic generation capacity from the Federal Institute of Espírito Santo - *campus* Colatina, and its subsequent distribution in the public network, through studies of the coverage area, data collection of solar radiation to the site, research of consumption of *campus* energy and system design. Thus, it was estimated the amount of energy generated that exceeded the annual amount of energy from the *campus* by 60% as well as the economic feasibility of the system, which presents a value of investment of approximately five years and a period of return generated by the technology implemented of 20 years. These results allow the *campus* to plan in the long term the use of its funding, which currently has almost 40% of its total allocated to the payment of energy bills, other demands and investments within the institution.

Keywords: solar energy, photovoltaic panel, micro generation.

## 1. INTRODUÇÃO

A demanda de energia mundial e brasileira vem crescendo continuamente, porém a produção e a oferta de energia elétrica não têm aumentado de forma proporcional a esta demanda (SALAMONI; MONTENEGRO; RÜTHER, 2009). Segundo dados fornecidos pela Empresa de Luz e Força Santa Maria S/A, que é responsável pela distribuição de energia para 11 cidades do norte Espírito Santo, houve um aumento da demanda de 7,9 GWh no ano de 2017 para 2018, com previsão de um aumento ainda maior para o ano de 2019, tendo em vista que uma das principais demandas de consumo de energia urbana é decorrente do uso de aparelhos de ar-condicionado, que cada vez mais tem seu custo barateado e sua necessidade aumentada em decorrência das mudanças climáticas. No setor rural, com a expectativa da diminuição dos períodos de seca, ocorrendo épocas de chuvas mais constantes, preveem-se investimentos em sistemas de irrigação para o ano de 2019, e com a implantação desses sistemas, estima-se um acréscimo da demanda de energia também nessa área, além do aumento de demanda urbana. Caso o aumento da demanda se mantenha constante nos próximos anos, poderá ser necessária a expansão das matrizes energéticas da empresa, tendo em vista a criação de uma nova usina hidrelétrica, conseqüentemente gerando um impacto ambiental e social na área em que a mesma for implantada.

Nesse contexto, a energia solar tem se apresentado como uma fonte renovável de geração, que diminui gastos com fiação e distribuição, já que a energia gerada é consumida no próprio local; apresenta vida útil em média, em torno dos 30 anos, não produz poluição atmosférica e nem impactos ambientais, sua manutenção compreende apenas a limpeza do painel, e sua potencia de geração pode ser aumentada com a inserção de painéis adicionais (FREITAS; CUMERLATO; SALAMONI, 2015). Entretanto, apesar do Brasil apresentar um grande potencial de geração, em decorrência da sua localização geográfica que possui boa insolação em grande parte de seu território, a potencia de energia solar instalada é muito pequena se comparada com este potencial de geração.

Diante disso, varias iniciativas surgiram com a intenção de incentivar essa tecnologia no país dentre elas a Lei 13.203, de 2015, na qual o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) foi autorizado a conceder financiamentos, com taxas diferenciadas, para a instalação de sistemas de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis em hospitais e escolas públicas. A Resolução Normativa 482, de 2012, da Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que passa por revisão atualmente, possui em seu texto, condições gerais para a conexão à rede de micro geração e mini geração distribuída, além da criação do Sistema de Compensação de Energia, que permite que sistemas de geração de eletricidade provindos de fontes renováveis possam ser ligados à rede elétrica suprimindo a demanda local e injetando a energia excedente na rede, gerando créditos de energia (ANEEL, 2012).

Analisando os dados climáticos da cidade de Colatina-ES verifica-se, assim como em outras localidades, que o maior pico de radiação ao longo do dia ocorre no período comercial, coincidindo com o aumento da temperatura do ar, ocorrendo assim uma grande demanda pelo uso de aparelhos refrigeradores (ar condicionado), ou seja, a produção de energia fotovoltaica que aconteceria no período comercial supriria de forma direta o consumo energético dos equipamentos de refrigeração, podendo ainda, caso a energia seja gerada em excedente, ser distribuída na rede e ser consumida em horários de menor incidência solar ou consumida em outras edificações. “Os prédios institucionais, principalmente as universidades e escolas, além de possuírem grande área física para instalação dos módulos solares, abrangem diversos tipos de atividades e amplo horário de funcionamento, o que resulta em uma alta demanda por energia elétrica” (FREITAS; CUMERLATO; SALAMONI, 2015, p.49).

## 2. OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo identificar o potencial de geração de energia fotovoltaica do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) *campus* Colatina com o uso de módulos fotovoltaicos integrados à cobertura da edificação, e um sistema interligado à rede de distribuição da Empresa de Luz e Força Santa Maria S/A.

## 3. MÉTODO

O estudo foi dividido em cinco etapas principais que envolvem a caracterização do objeto de estudo; o estudo da área de cobertura e sombreamento da edificação; o levantamento de dados de radiação solar para Colatina; o levantamento do consumo de energia do *campus* e o dimensionamento do sistema.

### 3.1. Caracterização do objeto de estudo

O Ifes *campus* Colatina tem sua localização no bairro Santa Margarida, com início de seu funcionamento em 1993, ofertando ensino técnico integrado ao médio. Posteriormente o Ifes também passou a ofertar cursos técnicos subsequentes e de graduação, e hoje em dia já conta com pós-graduações. Possui uma área construída de aproximadamente 13.000m<sup>2</sup>, e é dividido em blocos conforme mostrado na Figura 1. Apresenta o uso da edificação no horário de 07h às 22h, de segunda a sexta, com predominância de uso nos horários sob efeito de radiação solar, tendo seu funcionamento aos sábados durante o dia para aulas de pós-graduação.

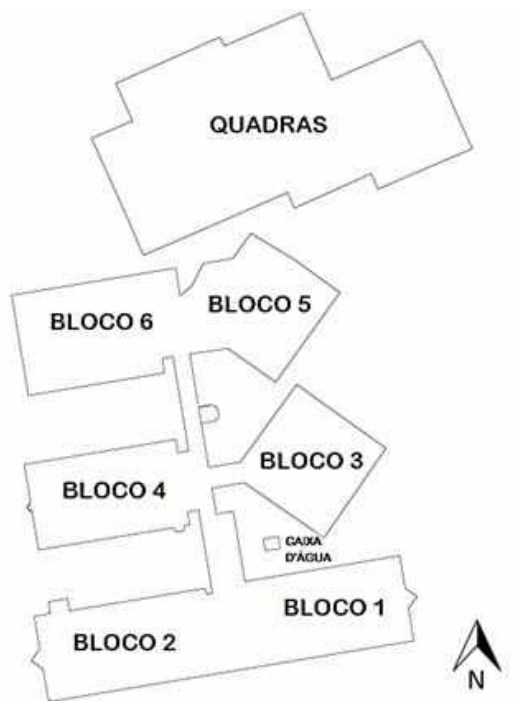
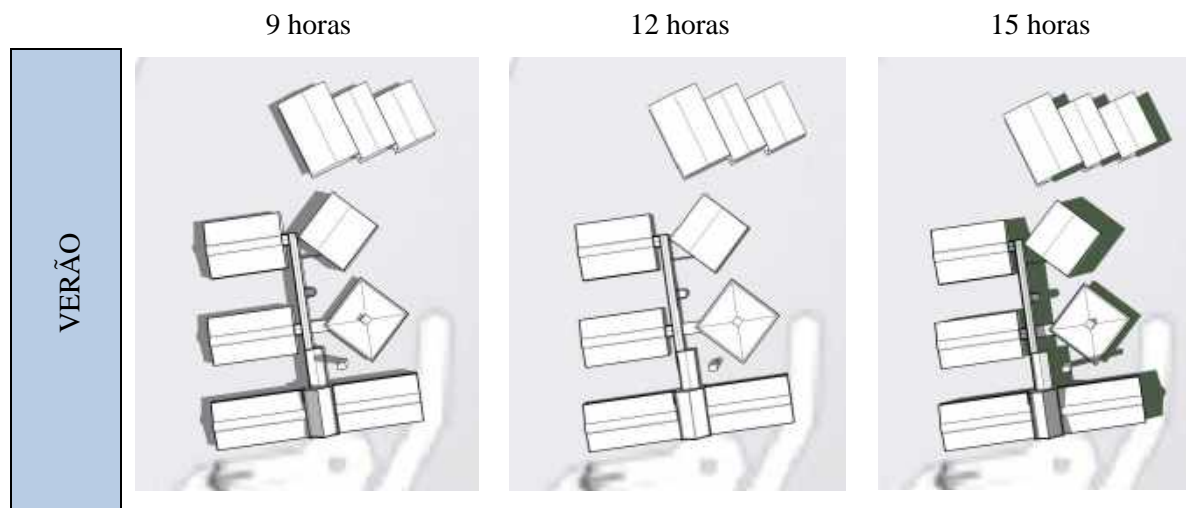


Figura 1 - Divisão da edificação do campus

### 3.2. Estudo da área de cobertura e sombreamento da edificação

Para análise da cobertura que receberá os módulos fotovoltaicos, foi feita uma modelagem da edificação no programa SketchUp, versão 8, onde foram estudadas as áreas de sombreamento ao longo do ano, com ênfase no solstício de verão, no solstício de inverno e nos equinócios (Figura 2). Apesar do terreno onde o prédio se encontra apresentar vegetação, as mesmas não interferem no sombreamento da cobertura. Entretanto, nota-se que o volume da caixa d'água apresenta um sombreamento considerável no Bloco 1 no período do inverno, por isso o mesmo foi desconsiderado momentaneamente como potencial para instalação dos painéis. O Bloco 03 possui uma tipologia construtiva da cobertura diferente das demais, por esse motivo, apresentou-se desfavorável para a implantação dos módulos.



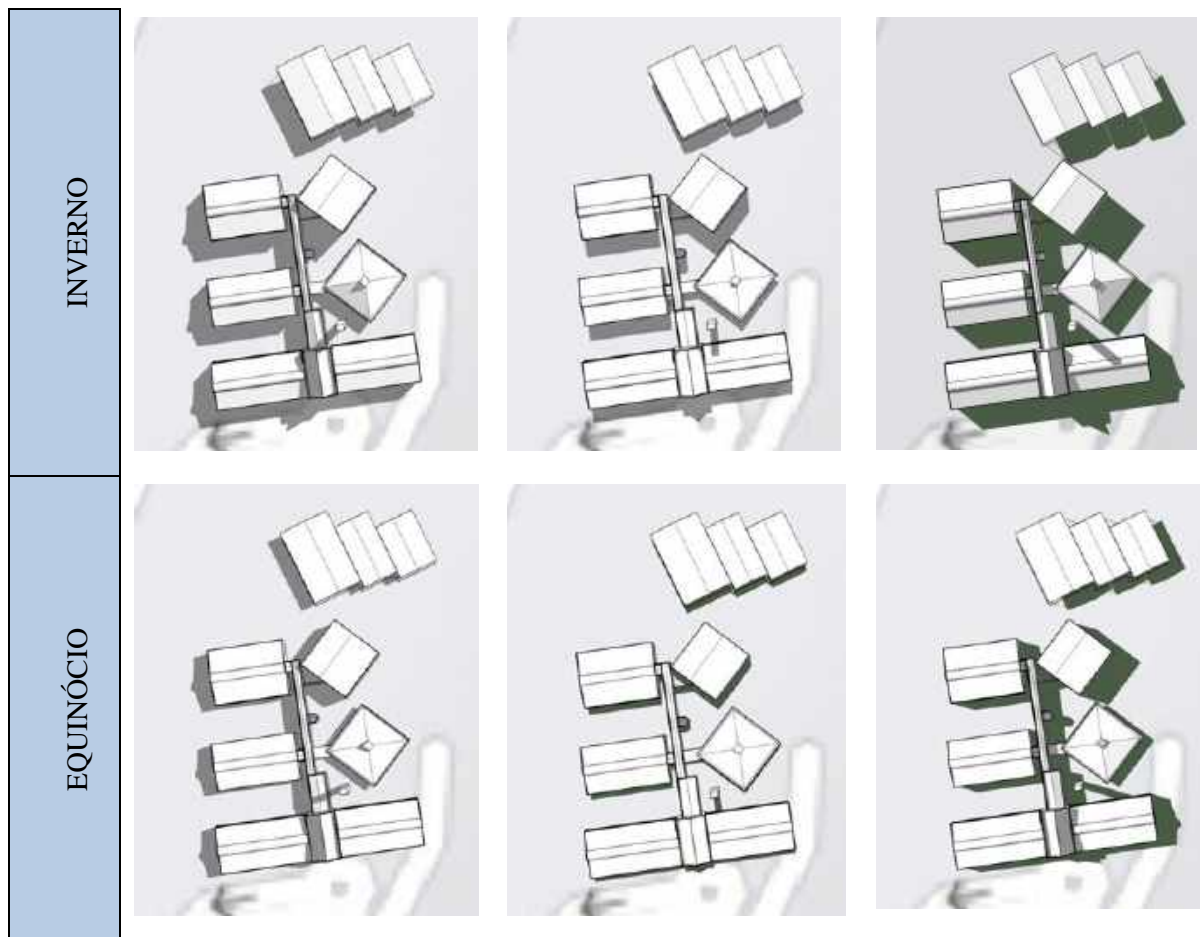


Figura 2 - Estudo de sombras na cobertura

### 3.3. Levantamento de dados de radiação solar para Colatina

Os dados de radiação da cidade de Colatina foram obtidos através do programa Radiasol 2, desenvolvido pelo Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foram extraídas as informações levando em conta o desvio azimutal e a inclinação dos módulos, analisando-se a média diária mensal e a média diária anual.

Nos Blocos 2, 4 e 6, por apresentarem a mesma tipologia construtiva e inclinação dos telhados, seus dados de radiação foram levantados de forma conjunta seguindo o ângulo de inclinação da cobertura (Figura 3). Para o Bloco 5, os dados de radiação também foram extraídos de acordo com o ângulo de inclinação do telhado (Figura 4). Já nas Quadras, foram levantados os dados considerando uma inclinação de 19°, coincidindo com a latitude local para melhor eficiência dos painéis e orientação apenas para Norte. (Figura 5).

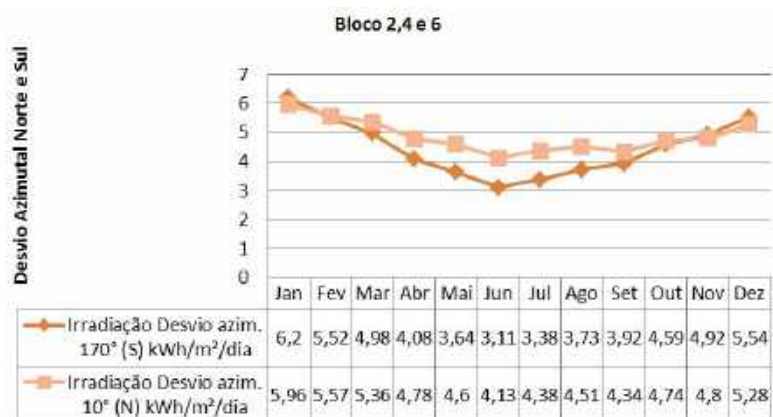


Figura 3 - Gráfico de Irradiação Solar para desvio Azimutal 0° - Norte, e 180° - Sul

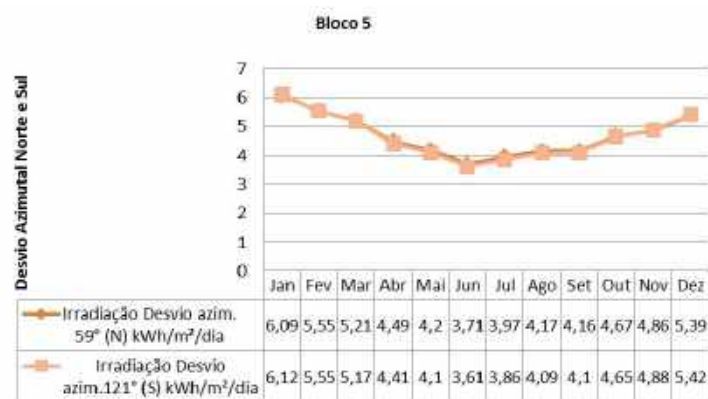


Figura 4 - Gráfico de Irradiação Solar para desvio Azimutal 59°- Norte, e 121° - Sul

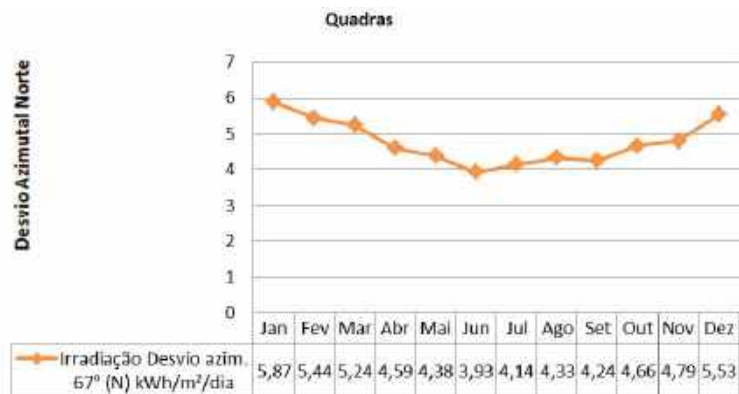


Figura 5 - Gráfico de Irradiação Solar para desvio Azimutal 67°- Norte

### 3.4. Levantamento do consumo de energia do Campus

Os dados do consumo de energia do Campus, nos anos de 2015 a 2018, foram obtidos junto à Diretoria de Admiração e Planejamento, levando em consideração o consumo total mês a mês, tanto no período de Ponta como o Fora de Ponta (Figura 6).

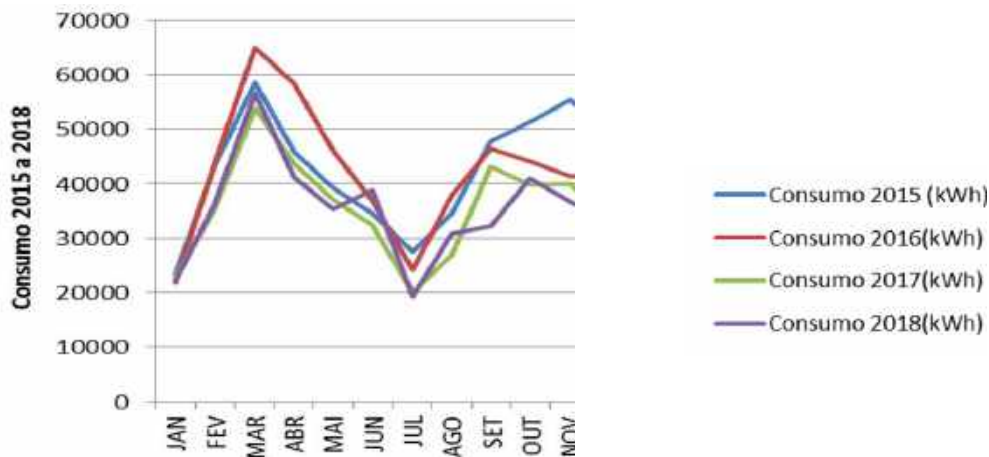


Figura 6 - Gráfico do consumo de energia mês a mês nos anos de 2015 a 2018

### 3.5. Dimensionamento do sistema

A escolha do modelo dos módulos fotovoltaicos a serem utilizados nos cenários definidos foi feita de acordo com a avaliação de módulos registrados no Inmetro. Para isso, foram analisados módulos de quatro fabricantes diferentes conforme a tabela 1, a fim de selecionar o modelo com melhor eficiência e com tamanho adequado para a instalação na cobertura.

Tabela 1 - Características dos módulos fotovoltaicos

Fabricante	Canadian Solar	SunPower Corporation	TRINA SOLAR	YINGLI SOLAR
Modelo	CS6U-315P	SPR-P17-350-COM	TSM 320PD14	YL315P-35b
Material	Si-Poly	Si-Poly	Si-Poly	Si-Poly
Comprimento (mm)	1960	2067	1956	1960
Largura (mm)	992	998	992	990
Área (m <sup>2</sup> )	1,94	2,06	1,94	1,94
Peso (kg)	22,4	23,1	22,5	35,5
Potência (W)	315	350	320	315
Produção média de energia (kWh/mês)	39,39	43,75	40,02	39,38
Eficiência energética (%)	16,2	17,0	16,5	16,2
Classificação energética	A	A	A	A

É possível verificar, conforme a tabela 1, que os módulos possuem características semelhantes entre si. Além disso, pode-se observar uma relação direta entre a potência nominal das placas e a sua produção média de energia, dessa forma, quando a potência nominal do módulo fotovoltaico é maior, sua produção aumenta. Quanto à eficiência energética, o modelo que apresenta melhor desempenho é o do fabricante SunPower Corporation o qual será utilizado no dimensionamento do sistema.

Segundo metodologia proposta por Signorini, Vianna e Salamoni (2014), utilizou-se a Equação 1 para estimar o potencial de geração de energia solar fotovoltaica.

$$G = A * E_{FF} * H * n * R$$

Equação 1

Onde:

G é a energia solar FV [kWh/mês];

A é a área útil de cobertura disponível [m<sup>2</sup>];

$E_{FF}$  é a eficiência do módulo solar [%];

H é a irradiação solar para o plano inclinado [kWh/m<sup>2</sup>/dia];

n é o número dias de cada mês;

R é o rendimento do sistema em [%].

Considerou-se um percentual de geração de 75% da área útil dos módulos, conforme especificação de empresa local do setor. Para a eficiência dos painéis foi adotado o valor de 17%, de acordo com as informações fornecidas pelo fabricante. O cálculo verificou o potencial dos Blocos 2, 4 e 6 tanto para Norte quanto para Sul (Tabela 2), considerando o aproveitamento máximo da cobertura em cada um dos blocos. No Bloco 2, estimou-se uma quantidade correspondente a 152 painéis voltados a Norte, e 152 painéis voltados a Sul. No Bloco 4, estimou-se uma quantidade correspondente a 136 painéis voltados a Norte, e 136 painéis voltados a Sul. Já no Bloco 6, estimou-se uma quantidade de 150 painéis voltados a Norte, e 150 painéis voltados ao Sul.

No Bloco 5, estimou-se uma quantidade de módulos correspondente a 115 painéis voltados a Norte, e 115 painéis voltados a Sul (Tabela 3), apesar da área da água do telhado voltado a Sul ser maior do que a voltada a Norte, optou-se, inicialmente, por utilizar nesse cálculo o mesmo número de painéis em ambas orientações.

Tabela 2 – Radiação solar e geração de energia para as orientações Norte e Sul – Blocos 2, 4 e 6

Latitude = 19° S - Longitude = 40° W - Cobertura = 10°									
BLOCOS 2, 4 e 6	Radiação NORTE (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	Radiação SUL (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	dias/mês	Performac e do Sistema	Eficiência dos módulos	Area util (m <sup>2</sup> )	Energia Gerada NORTE (kWh/mês)	Energia Gerada SUL (kWh/mês)	Energia Gerada TOTAL (kWh/mês)
Jan	5,90	6,2	31	75%	17%	902,28	21.254,92	22.110,82	43.365,74
Fev	5,57	5,52	28	75%	17%	902,28	17.941,75	17.780,69	35.722,44
Mar	5,36	4,98	31	75%	17%	902,28	19.135,36	17.759,98	36.895,34
Abr	4,78	4,08	30	75%	17%	902,28	16.496,84	14.080,98	30.577,82
Mai	4,6	3,64	31	75%	17%	902,28	16.404,80	12.981,19	29.386,00
Jun	4,13	3,11	30	75%	17%	902,28	14.253,54	10.733,30	24.986,84
Jul	4,38	3,38	31	75%	17%	902,28	15.620,23	12.053,96	27.674,19
Ago	4,51	3,73	31	75%	17%	902,28	16.083,84	13.302,16	29.386,00
Set	4,34	3,92	30	75%	17%	902,28	14.978,30	13.528,79	28.507,09
Out	4,74	4,59	31	75%	17%	902,28	16.904,08	16.369,14	33.273,22
Nov	4,8	4,92	30	75%	17%	902,28	16.565,86	16.980,01	33.545,87
Dez	5,28	5,54	31	75%	17%	902,28	18.829,86	19.757,09	38.586,95

Fonte: autores baseado em Signorini, Vianna e Salamoni (2014)

Tabela 3 – Radiação solar e geração de energia para as orientações Norte e Sul – Bloco 5

Latitude = 19° S - Longitude = 40° W - Cobertura = 2°									
BLOCO 5	Radiação NORTE (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	Radiação SUL (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	dias/mês	Performac e do Sistema	Eficiência dos módulos	Area util (m <sup>2</sup> )	Energia Gerada NORTE (kWh/mês)	Energia Gerada SUL (kWh/mês)	Energia Gerada TOTAL (kWh/mês)
Janeiro	6,09	6,12	31	75%	17%	236,9	5.702,35	5.730,45	11.432,80
Fevereiro	5,55	5,55	28	75%	17%	236,9	4.693,82	4.693,82	9.387,64
Março	5,21	5,17	31	75%	17%	236,9	4.878,37	4.840,92	9.719,29
Abril	4,49	4,41	30	75%	17%	236,9	4.068,58	3.996,05	8.064,63
Maio	4,2	4,1	31	75%	17%	236,9	3.932,66	3.839,02	7.771,68
Junho	3,71	3,61	30	75%	17%	236,9	3.361,75	3.271,17	6.632,92
Julho	3,86	3,86	31	75%	17%	236,9	3.614,30	3.614,30	7.228,60
Agosto	4,17	4,08	31	75%	17%	236,9	3.904,57	3.829,00	7.733,57
Setembro	4,16	4,1	30	75%	17%	236,9	3.789,55	3.715,18	7.484,74
Outubro	4,67	4,63	31	75%	17%	236,9	4.372,74	4.354,01	8.726,75
Novembro	4,86	4,88	30	75%	17%	236,9	4.403,85	4.421,98	8.825,83
Dezembro	5,39	5,42	31	75%	17%	236,9	5.046,91	5.075,00	10.121,91

Fonte: autores baseado em Signorini, Vianna e Salamoni (2014)

Nas Quadras, o cálculo foi realizado apenas para orientação Norte, considerando uma quantidade de 324 painéis instalados em sua totalidade (Tabela 4).

Tabela 4 – Radiação solar e geração de energia para a orientação Norte – Quadras

Latitude = 19° S - Longitude = 40° W - Inclinação = 19°						
QUADRAS	Radiação NORTE (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	dias/mês	Performac e do Sistema	Eficiência dos módulos	Area util (m <sup>2</sup> )	Energia Gerada NORTE (kWh/mês)
Janeiro	5,87	31	75%	17%	667,44	15.485,39
Fevereiro	5,44	28	75%	17%	667,44	12.962,22
Março	5,24	31	75%	17%	667,44	13.823,42
Abril	4,59	30	75%	17%	667,44	11.718,08
Maio	4,38	31	75%	17%	667,44	11.554,69
Junho	3,93	30	75%	17%	667,44	10.033,12
Julho	4,14	31	75%	17%	667,44	10.921,55
Agosto	4,33	31	75%	17%	667,44	11.422,79
Setembro	4,24	30	75%	17%	667,44	10.824,54
Outubro	4,66	31	75%	17%	667,44	12.293,34
Novembro	4,79	30	75%	17%	628,68	11.518,52
Dezembro	5,53	31	75%	17%	628,68	13.741,26

Fonte: autores baseado em Signorini, Vianna e Salamoni (2014)

Somando o dimensionamento previsto para todos os blocos e as quadras obteve-se um total de 1.430 painéis fotovoltaicos dispostos em toda a cobertura da Instituição conforme ilustrado na Figura 7.

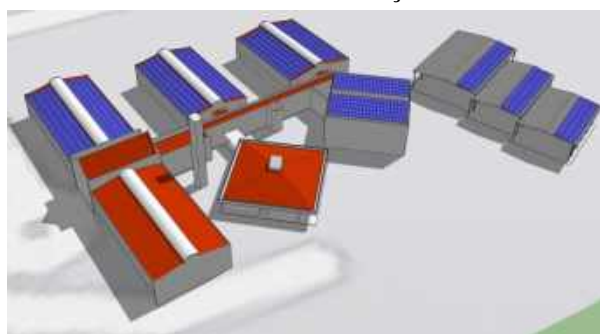


Figura 7 - Modelo gráfico da Instituição com o sistema proposto

#### 4. RESULTADOS

Os painéis orientados a Norte, que apresentam o ângulo de inclinação seguindo o valor da latitude (Quadras), se confirmaram como o maior potencial de geração (relação da área por quantidade de energia gerada). Entretanto os painéis orientados a Norte que seguiram o ângulo de inclinação das coberturas (Blocos) também apresentaram valores de geração consideráveis. As orientações a Sul, nesse contexto, tiveram uma geração menor nos períodos de inverno, mas no verão obtiveram valores que superaram, em alguns meses, as orientações a Norte. O potencial de geração de energia da cobertura voltada a Norte atingiu 402.497,60 kWh/ano, enquanto o da cobertura orientada a Sul atingiu 238.819,72 kWh/ano, tendo em vista que sua área útil de instalação na cobertura é inferior a área de instalação da cobertura orientada a Norte.

Com o dimensionamento obtido, observou-se que a energia gerada seria capaz de suprir toda a demanda do ano de 2018 do *campus* (Figura 8), e ainda restaria em todos os meses um excedente de energia. O pico máximo de geração ocorre no mês de janeiro, coincidindo com o período de férias escolares, resultando em um excedente de energia em torno de 48.065,33 kWh/mês que poderia ser destinado à rede pública. Já nos meses de inverno, a geração de energia para junho não ultrapassou de forma significativa o consumo da instituição, e no mês de julho onde a oferta superou em 136% o consumo, também decorrente do período de férias escolares. Ao observar toda a geração de energia e o consumo médio ao longo dos quatro últimos anos do *campus*, a energia gerada atinge em média 65% de excedente de energia por ano, o que corresponde, aproximadamente, a 218.145 kWh/ano de energia distribuída na rede.

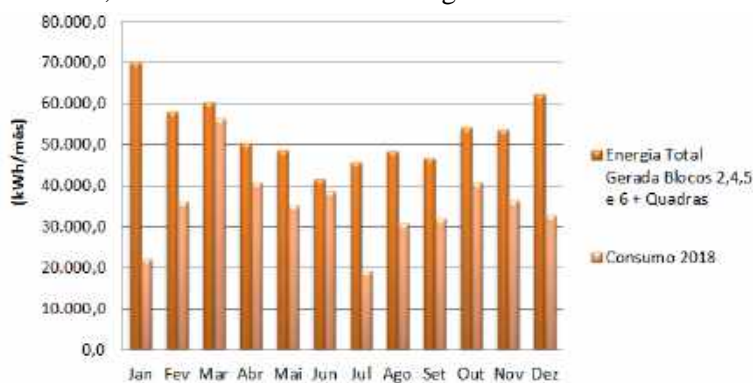


Figura 8 - Consumo de energia do ano 2018 e geração energética do sistema proposto

Para analisar a viabilidade econômica da implantação do sistema de geração de energia solar fotovoltaica foi necessário estimar, em primeiro lugar, o valor de instalação e integração dos módulos fotovoltaicos. Para isso, foi consultada a pesquisa de mercado elaborada pela empresa Greener (2019), que apresenta o preço de cada Wp de potência instalada (Figura 9).



Figura 9 - Consumo de energia do ano 2018 e geração energética do sistema proposto (GREENER, 2019)

Utilizando o valor referente a janeiro/2019, pode-se estimar o valor do sistema, conforme Tabela 05. Ao fazer uma média dos valores das contas de energia da Instituição, referentes aos anos de 2015 a 2018, conforme apresentado na Figura 6, obtêm-se R\$ 466.128,84 gastos, em média por ano, com energia elétrica. Cruzando o valor referente ao gasto médio de energia anual do Ifes com o valor total da implantação do sistema fotovoltaico, estima-se um pouco mais de quatro anos para pagar o investimento.

Tabela 05 – Estimativa de valor do sistema fotovoltaico

Potência Instalada (Wp)	Preço médio (R\$/Wp)	Valor Total (R\$)
500500	4,03	2.017.015,00



## 5. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, conclui-se que a cobertura do Ifes, analisada nesse trabalho, é capaz de gerar até 160% do total de consumo atual, suprimindo em 100% do consumo anual da instituição, e ainda destinando o excedente para a rede pública, demonstrando o seu potencial para a geração dessa fonte energética. Comparando-se o valor do investimento, que gira em torno de R\$2.017.015,00 reais e o gasto anual de energia que a instituição possui hoje, que em média é de R\$466.128,84 reais, a instalação de placas fotovoltaicas demonstrou ser uma alternativa para reduzir os gastos do campus em longo prazo. Nota-se que após o pagamento total do investimento em um tempo aproximado de cinco anos, a instituição terá posteriormente cerca de 20 anos, uma vez que o tempo médio de vida útil das placas solares gira em torno de 25 anos, para investir um valor em torno de meio milhão de reais por ano, em outras demandas dentro da instituição, levando em conta que esse é o gasto aproximado destinado ao pagamento das contas de energia do *campus* no cenário atual.

No entanto, cabe citar que o tempo necessário para pagar o investimento e os valores economizados com a implantação do sistema fotovoltaico não consideram as particularidades da tarifação de energia elétrica e, desse modo, foram calculados de forma simplificada para essa pesquisa. Mesmo os cálculos constantes nesse trabalho terem demonstrado a capacidade de geração de energia das coberturas, outros estudos continuam em andamento como a possibilidade de uso de coberturas em área de estacionamento, a utilização de fachadas cegas como geradoras de energia e os cálculos com a correção de inclinação do telhado adequada à latitude para se verificar a diferença quanto à capacidade desta geração.

Por último, este trabalho demonstra que o uso de sistemas solares fotovoltaicos, além de promover a geração de energia limpa e renovável, e de economizar recursos financeiros a médio e longo prazo, visa a participação da comunidade escolar na busca por soluções sustentáveis, incentivando a consciência ambiental de estudantes e servidores. E ainda, quando a energia for gerada em excedente, pode ser fornecida a rede pública, ajudando a diversificar a matriz energética do país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa N.º 482**, 2012.
- FREITAS, Juley Moura Ramalho de; CUMERLATO, Vitoria Borges da Fonseca; SALAMONI, Isabel Tourinho. Avaliação de potencial de geração de energia fotovoltaica integrado a prédio institucional: o caso da Universidade Católica de Pelotas-RS. **Revista de Arquitetura Imed**, Porto Alegre, v. 1, n. 4, p.47-58, 2015. Semestral.
- GREENER. **Estudo Estratégico: Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída 1º semestre 2019**. Brasil: Greener, 2019. Color.
- LABORÁTORIO DE ENERGIA SOLAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Radiasol 2**.
- BNDES. **Pronaf Eco**. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-eco>>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- SALAMONI, Isabel; MONTENEGRO, Alexandre; RÜTHER, Ricardo. O panorama da energia solar fotovoltaica conectada à rede elétrica no Brasil: Benefícios, legislação e desafios. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2009, Natal. **Anais...**. Natal: ANTAC, 2009. p. 1184 - 1193.
- SIGNORINI, Vanessa Buttow; VIANNA, Saionara Dias; SALAMONI, Isabel. Análise do potencial de geração de energia solar fotovoltaica em um sistema integrado à edificação e interligado à rede: estudo de caso no prédio administrativo do campus porto da UFPEL. **Revista de Arquitetura de Imed**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p.108-117, 2014. Semestral.
- TRIMBLE NAVIGATION. **SketchUp Pro 2018**.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ifes *campus* Colatina pela concessão de bolsa para execução de pesquisa de iniciação científica bem como apoio e incentivo no trabalho de TCC dos alunos do curso técnico em edificações.