

Análise da viabilidade econômica de implantação de um sistema de energia fotovoltaico no bloco D do Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE

Analysis of the economic feasibility of implementing a photovoltaic energy system in block D of the Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE

Emanuel Pieper Junior, Engenheiro Civil, UNIFEBE

pieper_junior@hotmail.com

Tamily Roedel, Mestra em Ciência e Tecnologia Ambiental, UNIFEBE

tamily.roedel@unifebe.edu.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a viabilidade econômica de implantação de um sistema de energia fotovoltaica para o bloco D do Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE. A pesquisa teve uma abordagem quali-quantitativa, método descritivo e exploratório e por duas formas de coleta, pesquisa bibliográfica e estudo de caso. De um modo geral, os estudos realizados obtiveram resultados satisfatórios e confiáveis em todos os objetivos abordados, como, no dimensionamento das áreas dos painéis, levantamentos de dados de irradiação do local ao longo do ano, quantificação de demandas energéticas na instituição como um todo e do bloco D, além da composição orçamentária de modo sucinto de todo o sistema de geração de energia fotovoltaica. Portanto, após todas as análises e projeções, foram atendidas as expectativas econômicas a longo prazo, ou seja, com a recuperação em 14,08 anos de todo o valor inicial do investimento realizado.

Palavras-chave: Sistemas fotovoltaicos; Energia solar; Viabilidade econômica.

Abstract

This work aims to analyze the economic feasibility of implementing a photovoltaic energy system for block D of the Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE. The research had a qualitative and quantitative approach, a descriptive and exploratory method and by two forms of collection, bibliographic research and case study. In general, the studies carried out obtained satisfactory and reliable results in all the addressed objectives, such as, in the dimensioning of the panels areas, surveys of irradiation data of the place throughout the year, quantification of energy demands in the institution as a whole and block D, in addition to the budgetary composition of the entire photovoltaic energy generation system. Therefore, after all the analyzes and projections, long-term economic expectations were met, that is, with the recovery in 14.08 years of the entire initial value of the investment made.

Keywords: Photovoltaic systems; Solar energy; Economic viability.

1. Introdução

Cerca de 81% do consumo mundial de energia elétrica ainda são oriundos de combustíveis fósseis, ou seja, em sua grande maioria proveniente do petróleo, carvão e gás natural (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2010). Contudo, o Brasil é uma exceção, pois 82% da sua matriz energética provém de fontes renováveis, valor este que representa 61% exclusivamente da fonte hídrica (ANEEL, 2018).

Entre os anos de 2012 a 2015, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, permitiu tanto pessoas físicas quanto jurídicas realizassem a minigeração distribuída, além de serem unidades consumidoras (EPE, 2018). Isto, foi um avanço importante para a tecnologia fotovoltaica brasileira, pois começou a utilização do *net metering*, que nada mais é do que o sistema de compensação de energia elétrica para sistemas autônomos conectados à rede. Atualmente, este sistema gera 56,9MW de potência instalada (EPE, 2018).

Tendo em vista a crescente demanda energética do país, é necessário que sejam diversificadas as matrizes energéticas. Nesse sentido a energia fotovoltaica surge como alternativa, ou seja, com a implantação deste sistema, residências, estabelecimentos comerciais, indústrias e universidades podem gerar sua própria energia, de modo a serem autossuficientes nesse aspecto.

O objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade econômica de implantação de um sistema de energia fotovoltaica para o bloco D do Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE. E como objetivos específicos, fazer o levantamento da área para a instalação das placas fotovoltaicas; verificar a irradiação do local; investigar a demanda energética do bloco D; e apresentar a composição orçamentária de materiais e mão-de-obra para a implementação do sistema.

2. Materiais e métodos

2.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa teve uma abordagem quali-quantitativa, método descritivo e exploratório e por duas formas de coleta, pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A abordagem quali-quantitativa, evidencia de forma simultânea ou alternada a resposta para a indagação da análise e que quando utilizada numa mesma pesquisa, a subjetividade é minimizada e o pesquisador é aproximado da mesma, fazendo com que os dados sejam ainda mais confiáveis (PASCHOARELLI; MEDOLA; BONFIM, 2015).

O método descritivo abrange aspectos gerais com amplitude acerca de um contexto social, através disto, ele consegue identificar as formas dos fenômenos (OLIVEIRA, 2004). O método exploratório, como o próprio nome já diz, refere-se ao tipo de pesquisa onde toda a ênfase é relacionada a descoberta de práticas ou diretrizes que de alguma forma precisam ser modificadas. (OLIVEIRA, 2004).

A pesquisa bibliográfica é baseada nos conhecimentos de biblioteconomia, documentações e bibliografias (PÁDUA, 2007). O estudo de caso é a pesquisa sobre um

determinado indivíduo, família, grupo ou comunidade, cuja finalidade é ter os aspectos de sua vida examinados de alguma maneira (PÁDUA, 2007).

2.2 Planos de coleta e análise dos dados

A Resolução nº 482/2012 da ANEEL permite que o consumidor instale pequenos geradores em sua unidade consumidora e troque energia com a distribuidora local, afim de conseguir uma redução no valor da fatura do consumo de eletricidade. Se o sistema gerar mais energia que a demanda, esses valores ficam como crédito com a distribuidora local para os próximos meses. Desta forma, o projetista deve fazer o sistema com que obtenha retorno econômico da forma mais rápida possível (ALVES, 2016).

Os dados foram coletados pelas faturas de energia elétrica do Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE referentes aos meses de outubro/2017 a setembro/2018, mediante o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, cujo consumo é o total utilizado pela mesma, onde foi rateado de forma aproximada para os respectivos blocos existentes, blocos A, B, C, D e E. Para os blocos A, C e D, cujas instalações são de maior porte e consequente de maiores consumos energéticos, foi considerado 75% do total do consumo e para os blocos B e E, os outros 25%. Destes 75%, ficou definido respectivamente 25% para cada bloco. Resumidamente, os blocos A, C e D possuem um valor de 25% do consumo total cada e os blocos B e E com 12,5% de consumo cada.

Para as placas solares fotovoltaicas, a princípio foi adotada a utilização do telhado do bloco D para a instalação, porém, se houver a necessidade de um espaço físico maior, a Instituição dispõe de grandes áreas ainda sem nenhum tipo de edificação, cuja solução seria para futuras instalações solares, caso viável. Da mesma forma, foi realizado o levantamento de todos os materiais necessários: placas solares, cabeamento, etc., a fim de conseguir um valor exato e consequentemente um *payback* menor.

Com isso, conforme a Equação 1, resume-se o dimensionamento da quantidade (n) de painéis para a produção de energia desejada, onde leva-se em conta o consumo de energia anual, a radiação solar da região, a eficiência dos equipamentos e a área do modulo fotovoltaico.

$$n = \frac{c_s}{r_{ma} \times n_{ds} \times A \times \eta_{painel} \times \eta_{sistema}} \quad (1)$$

Sendo: c_s =consumo de energia anual; r_{ma} =maior média anual de radiação solar; n_{ds} =número de dias ensolarados do ano; A =área do painel fotovoltaico; η_{painel} =eficiência do painel fotovoltaico; $\eta_{sistema}$ =eficiência geral, considerando perdas em todo o sistema.

Foi solicitada a uma empresa especializada em sistemas solares, o orçamento e o projeto com profissionais que estão no mercado há um certo tempo. Assim, esta empresa forneceu estes dados como quantificação de insumos, por exemplo, de modo que fosse possível estudar a viabilidade do sistema.

Para a análise dos dados, principalmente de retorno de investimento, levou-se em consideração a vida útil e a perda de eficiência de trabalho das placas fotovoltaicas neste tempo. Ou seja, considerou-se a vida útil de 25 anos da planta fotovoltaica, que nada mais é do que os catálogos dos fabricantes informam, e uma perda de eficiência de 0,7% ao ano.

A geração de energia mensal (E_m) dos painéis foi calculada pela Equação 2 para o primeiro ano de investimento.

$$E_m = n \times n_{ds} \times c_{mm} \times A \times \eta_{painel} \times \eta_{sistema} \quad (2)$$

Sendo: E_m =geração de energia mensal; n =número de painéis; n_{ds} =número de dias ensolarados no mês; c_{mm} =radiação solar mensal média; A =área do painel fotovoltaico; η_{painel} =eficiência do painel fotovoltaico; $\eta_{sistema}$ =eficiência geral do sistema.

Para uma melhor compreensão, o projeto apresentado não visa a autossuficiência energética da Instituição, mas a utilização da energia solar com placas fotovoltaicas como forma de contribuição para a redução da conta de energia, além do marketing e apelo sustentável.

3. Resultados e discussão

3.1 Consumo energético

O Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE está classificado como grupo A4, recebendo a tensão de 11,9 kV a partir de um consumo médio mensal de 114062,3 kWh, cujo valor é bastante elevado para que um sistema fotovoltaico consiga manter esta demanda energética mensal.

Deste modo, como foi apresentado, o objetivo é atender o bloco D, cujo consumo médio mensal foi rateado em 25% do total do consumo da instituição citado anteriormente, sendo aproximado para 28515,6 kWh. Assim, na Tabela 1, apresenta-se a situação do consumo entre os meses de janeiro a setembro de 2018 para o bloco D.

MÊS	CONSUMO (KWh)	CONSUMO (R\$)
Janeiro	23940	R\$ 5.065,97
Fevereiro	27757	R\$ 6.220,68
Março	38701	R\$ 9.132,83
Abril	40404	R\$ 9.323,32
Maiο	32241	R\$ 6.745,34
Junho	24258	R\$ 5.422,72
Julho	22463	R\$ 5.090,16
Agosto	22708	R\$ 3.474,69
Setembro	24169	R\$ 5.649,69
VALOR MÉDIO	28515,6	R\$ 6.236,15

Tabela 1: Consumo energético para os meses de janeiro a setembro de 2018. Fonte: Dados da UNIFEBE (2018).

Na Tabela 1, consegue-se observar que durante os meses de março (38701 kWh), abril (40404 kWh) e maio (32241 kWh) foram os meses com os maiores consumos, devido a época do ano, onde utilizam-se mais os aparelhos de ar condicionado durante todos os períodos com aulas. Visualiza-se também que durante os outros meses, o consumo manteve-se, de certa forma, constante. A média para este período foi de 28515,6 kWh.

3.2 Local de instalação dos painéis

O local para a instalação dos painéis solares foi estabelecido pelo autor, sendo o telhado do bloco D da Instituição. A área disponível para a colocação dos painéis solares é de 1784,675m².

As coordenadas geográficas retiradas do Centro Universitário de Brusque – UNIFEBE são: 27°04'03.2" S, 48°53'06.7" O. Não foi possível aproveitar 100% da área do telhado do bloco D por este possuir uma platibanda que gera sombras na cobertura em determinadas horas do dia, além da necessidade de existir espaços para caminhar entre os painéis solares. Porém, a área necessária para os painéis é de 1272m², ou seja, espaço suficiente para a adequação.

3.3 Medições da radiação solar

Para a garantia de um bom projeto é de suma importância visualizar e ter em mãos o histórico de medição de radiação solar difusa e direta, com o objetivo de garantir o máximo aproveitamento anual do sistema a ser construído. Desta maneira, utilizou-se neste projeto os dados da base SunData do CRESESB (2018) (Tabela 2).

		RADIÇÃO SOLAR (kWh/m ² .dia)		
		ÂNGULO IGUAL A LATITUDE	MAIOR MÉDIA ANUAL	MAIOR MÍNIMO MENSAL
Mês	Ângulo	27° N	21° N	40° N
Janeiro		4,95	5,14	4,45
Fevereiro		5,06	5,18	4,68
Março		4,76	4,78	4,58
Abril		4,21	4,14	4,25
Mai		3,89	3,75	4,08
Junho		3,34	3,2	3,56
Julho		3,45	3,31	3,64
Agosto		3,92	3,82	4,01
Setembro		3,64	3,63	3,55
VALOR MÉDIO		4,14	4,11	4,09

Tabela 2: Dados para irradiação solar diária mensal para as coordenadas geográficas. Fonte: CRESESB (2018).

Através da Tabela 2, nota-se que a geração solar fotovoltaica pode ser estabelecida de forma bem exata, ou seja, esses dados denotam condições de céu claro e também a geometria da posição relativa entre a Terra e o Sol. Mesmo com tantas variações, a radiação global no plano horizontal, a qual usufrui-se para geração de energia solar através de painéis fotovoltaicos, possui baixa variação no decorrer do ano, principalmente quando comparada com a geração eólica ou hidrelétrica. Portanto, como não há muita variação da radiação solar no decorrer dos anos, os valores gerados durante toda a vida útil do sistema mantem uma boa constância, sendo possível uma projeção econômica mais confiável.

3.4 Dimensionamento dos painéis fotovoltaicos

Os painéis serão direcionados para o Norte geográfico, onde, aqui no Hemisfério Sul, corresponde ao Norte Magnético da bússola com acréscimo de 21° de leste a oeste. E para a inclinação, usualmente utiliza-se igualmente a latitude do local onde irão ser instalados.

Como não se obteve todos os dados dos painéis fotovoltaicos com a empresa especializada, segue-se com o dimensionamento proposto pela mesma: 553 módulos fotovoltaicos 335Wp; 1 inversor 18kW Huawei; 2 inversores 60kW Huawei; 1 sistema de monitoramento WEB; 3 sistemas de proteção contra surtos conforme normas.

3.5 Levantamento de valores

Como o orçamento não apresenta exatamente o caminho do projeto, considerou-se uma reserva técnica de R\$75.000,00 (12% do valor total) para levar em conta os possíveis imprevistos ao longo do projeto.

Deste modo, o projeto também foi orçado por uma empresa especializada, uma empresa que fornece este tipo de serviço na região. O resumo do projeto é para uma área utilizada de 1272 m²; a potência instalada do sistema é de 185,26 kWp; a geração anual é de 213,21 MWh; a redução de emissões de CO₂ é de 1,16 toneladas por mês; e o investimento é de R\$ 624.585,60.

3.6 Geração de energia esperada

Para os 12 meses do ano estão apresentados os valores de geração e consumo de energia na Tabela 3.

MÊS	ENERGIA GERADA (kWh)	ENERGIA GERADA (R\$)	ENERGIA CONSUMIDA (kWh)	ENERGIA CONSUMIDA (R\$)
Janeiro	24280,6	R\$ 5.138,04	23940	R\$ 5.065,97
Fevereiro	23300,5	R\$ 5.221,92	27757	R\$ 6.220,68
Março	20226,4	R\$ 4.773,11	38701	R\$ 9.132,83
Abril	16083,1	R\$ 3.711,21	40404	R\$ 9.323,32
Mai	13365,5	R\$ 2.796,28	32241	R\$ 6.745,34
Junho	11004,2	R\$ 2.459,92	24258	R\$ 5.422,72
Julho	11717,1	R\$ 2.655,12	22463	R\$ 5.090,16
Agosto	14434,7	R\$ 2.208,74	22708	R\$ 3.474,69
Setembro	14969,3	R\$ 3.499,19	24169	R\$ 5.649,69
Outubro	17107,8	R\$ 3.641,60	26658*	R\$ 5.674,48*
Novembro	22231,2	R\$ 4.566,40	28874*	R\$ 5.930,86*
Dezembro	24503,4	R\$ 5.163,75	28668,5*	R\$ 6.041,49*
MÉDIA	17768,65	R\$ 3.819,61	28403,5**	R\$ 6.147,69**
ANUAL	213223,8	R\$ 45.835,29	340841,5**	R\$ 73.772,23**

Onde: *Dados referentes ao ano de 2017; **Dados mesclados com valores do ano de 2017.

Tabela 3: Geração e consumo de energia mensal para o primeiro ano de investimento. Fonte: Empresa especializada (2018) e acervo da UNIFEFE (2018).

Analisando a Tabela 3, observa-se que a planta solar não consegue atender a maioria da demanda ao longo do ano, porém, ressalta-se que, o sistema será interligado com a rede elétrica local, não sendo necessário dar conta de todo o consumo, uma vez que não se busca a autonomia energética do bloco D.

Na Tabela 4, consegue-se observar os valores para a energia gerada durante o horizonte de projeção do investimento, o qual considerou-se o aumento do valor da tarifa de energia elétrica (9%) segundo o DIEESE (2015), e perda de eficiência anual dos painéis (0,7%) segundo o fabricante, cujos valores serão apresentados e utilizados na análise econômica no tópico a seguir.

MÊS	ENERGIA GERADA (kWh)	ENERGIA GERADA (R\$)	ENERGIA CONSUMIDA (kWh)	ENERGIA CONSUMIDA (R\$)
0	213223,8	R\$ 45.835,29	340841,5	R\$ 73.772,23
1	211731,2	R\$ 49.951,88	340841,5	R\$ 80.411,73
2	210249,1	R\$ 54.066,42	340841,5	R\$ 87.648,79
3	208777,4	R\$ 58.519,87	340841,5	R\$ 95.537,18
4	207315,9	R\$ 63.340,15	340841,5	R\$ 104.135,52
5	205864,7	R\$ 68.557,48	340841,5	R\$ 113.507,72
6	204423,7	R\$ 74.204,56	340841,5	R\$ 123.723,42
7	202992,7	R\$ 80.316,79	340841,5	R\$ 134.858,52
8	201571,8	R\$ 86.932,48	340841,5	R\$ 146.995,79
9	200160,7	R\$ 94.093,11	340841,5	R\$ 160.225,41
10	198759,6	R\$ 101.843,56	340841,5	R\$ 174.645,70
11	197368,3	R\$ 110.232,42	340841,5	R\$ 190.363,81
12	195986,7	R\$ 119.312,26	340841,5	R\$ 207.496,55
13	194614,8	R\$ 129.140,01	340841,5	R\$ 226.171,24
14	193252,5	R\$ 139.777,28	340841,5	R\$ 246.526,65
15	191899,7	R\$ 151.290,73	340841,5	R\$ 268.714,05
16	190556,5	R\$ 163.752,55	340841,5	R\$ 292.898,32
17	189222,6	R\$ 177.240,85	340841,5	R\$ 319.259,17
18	187898,0	R\$ 191.840,17	340841,5	R\$ 347.992,49
19	186582,7	R\$ 207.642,05	340841,5	R\$ 379.311,82
20	185276,6	R\$ 224.745,52	340841,5	R\$ 413.449,88
21	183979,7	R\$ 243.257,81	340841,5	R\$ 450.660,37
22	182691,8	R\$ 263.294,96	340841,5	R\$ 491.219,80
23	181413,0	R\$ 284.982,56	340841,5	R\$ 535.429,58
24	180143,1	R\$ 308.456,58	340841,5	R\$ 583.618,25
25	178882,1	R\$ 333.864,15	340841,5	R\$ 636.143,89

Tabela 4: Energia gerada ao longo da vida útil do projeto. Fonte: Os autores (2018).

3.7 Análise da viabilidade econômica

A análise da viabilidade econômica, com fins de implementação, deve ser mostrada à diretoria, através dos estudos econômicos dos indicadores principais, que são o Valor Presente Líquido (VPL), *Payback* e Taxa Interna de Retorno (TIR).

Neste sentido, os valores financeiros envolvidos são: o valor total do investimento fornecido pela empresa especializada; mais a adição dos valores de energia produzida anualmente junto a entrada do fluxo de caixa calculado para cada situação. Lembrando

que, para o valor da energia foi levado em conta seu aumento e a respectiva perda de rendimento do sistema solar. Além disto, considerou-se 1% do investimento atual referente à manutenção do sistema, seja preventiva (limpeza e inspeção) e/ou corretiva (consertos), índice este, previsto em qualquer projeto dessa natureza e largamente aplicado pelas empresas do ramo como estimativas orçamentárias que tem de ser levadas em conta na hora de calcular a viabilidade econômica desse tipo de investimento.

A seguir são apresentados as taxas e tributações consideradas para a sequência de cálculos.

Tarifa da energia elétrica: a UNIFEBE, além de utilizar a energia elétrica oriunda da concessionária local de fornecimento (CELESC), também utiliza um certo valor do consumo total a partir do mercado livre de energia elétrica, fazendo com que o valor do kWh seja reduzido. Para isso, fez-se a média do valor dos dois tipos de fornecimento, da concessionária local (CELESC) e concessionária do mercado livre (Heidrich), dividido pelo consumo, o qual chega-se num valor próximo de R\$0,2164/kWh.

Desta maneira, admitiu-se a taxa de aumento da tarifa de energia elétrica de 9% anual, conforme é visto na Tabela 5, os dados referentes ao longo do horizonte de projeção do projeto.

ANO	PREÇO DA TARIFA DE ENERGIA
0	R\$ 0,2164
1	R\$ 0,2359
2	R\$ 0,2572
3	R\$ 0,2803
4	R\$ 0,3055
5	R\$ 0,3330
6	R\$ 0,3630
7	R\$ 0,3957
8	R\$ 0,4313
9	R\$ 0,4701
10	R\$ 0,5124
11	R\$ 0,5585
12	R\$ 0,6088
13	R\$ 0,6636
14	R\$ 0,7233
15	R\$ 0,7884
16	R\$ 0,8593
17	R\$ 0,9367
18	R\$ 1,0210
19	R\$ 1,1129
20	R\$ 1,2130
21	R\$ 1,3222
22	R\$ 1,4412
23	R\$ 1,5709
24	R\$ 1,7123
25	R\$ 1,8664

Tabela 5: Projeção do valor da tarifa da energia ao longo do projeto. Fonte: Os autores (2018).

Inflação: segundo Bovespa (2018), o valor obtido para a cotação de novembro de 2018, foi de 10,28%, o qual será adotado para a utilização na consideração do aumento do preço da manutenção anual.

Selic: conforme Tororadar (2018) “é a taxa básica de juros da economia no Brasil, utilizada no mercado interbancário para financiamento de operações com duração diária, lastreadas em títulos públicos federais. [...] A sigla é a abreviação de Sistema Especial de

Liquidação e Custódia”. Assim, utiliza-se igualmente à Taxa Mínima de Atratividade - TMA nos cálculos, com o objetivo de definir a viabilidade do projeto. Para o dia 26/11/2018, foi estabelecido o valor de 6,40%, segundo o site do Banco Central do Brasil - BCB (2018).

Impostos sobre os equipamentos: como os equipamentos utilizados serão fornecidos pela empresa especializada, desconsiderou-se os custos de importação e impostos como COFINS, IPI e PIS, pois estes valores já estão inclusos no valor total do orçamento.

Em resumo, a Tabela 6, apresenta todas as variáveis econômicas utilizadas decorrente o período do investimento.

VARIÁVEIS ECONÔMICAS	VALOR
Taxa de manutenção anual	1,00%
Tarifa atual da energia	R\$ 0,2164
Taxa de aumento da energia anual	9,00%
Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	6,40%
Perda de eficiência dos painéis	0,70%
Investimento Inicial (FC ₀)	R\$ 624.585,60
Inflação	10,28%

Tabela 6: Variáveis econômicas decorrente o período do investimento. Fonte: O autor (2018).

Na Tabela 7, encontram-se os dados para toda análise econômica do projeto, uma vez que os valores foram calculados e obtidos conforme as Equações 1 e 2. Essa análise ainda considerou a geração de energia esperada ao longo do investimento, a perda de eficiência dos painéis na ordem de 0,70%, aumento do valor da tarifa de energia anual (9%) e 1% do investimento para gastos de manutenção no fluxo de saída.

ANO	ECONOMIA ENERGIA FATURADA	GASTOS COM MANUTENÇÃO	FLUXO DE CAIXA	FLUXO DE CAIXA DESCONTADO	VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)
0	R\$ 45.835,29	R\$-	-R\$ 624.585,60	-R\$ 624.585,60	-R\$ 624.585,60
1	R\$ 49.951,88	-R\$ 6.887,93	R\$ 43.063,95	R\$ 40.473,64	-R\$ 584.111,96
2	R\$ 54.066,42	-R\$ 7.596,01	R\$ 46.470,41	R\$ 41.048,12	-R\$ 543.063,84
3	R\$ 58.519,87	-R\$ 8.376,88	R\$ 50.142,99	R\$ 41.627,98	-R\$ 501.435,86
4	R\$ 63.340,15	-R\$ 9.238,02	R\$ 54.102,13	R\$ 42.213,16	-R\$ 459.222,71
5	R\$ 68.557,48	-R\$ 10.187,69	R\$ 58.369,79	R\$ 42.803,57	-R\$ 416.419,14
6	R\$ 74.204,56	-R\$ 11.234,99	R\$ 62.969,57	R\$ 43.399,13	-R\$ 373.020,01
7	R\$ 80.316,79	-R\$ 12.389,94	R\$ 67.926,85	R\$ 43.999,74	-R\$ 329.020,27
8	R\$ 86.932,48	-R\$ 13.663,63	R\$ 73.268,85	R\$ 44.605,29	-R\$ 284.414,98
9	R\$ 94.093,11	-R\$ 15.068,25	R\$ 79.024,86	R\$ 45.215,68	-R\$ 239.199,30
10	R\$ 101.843,56	-R\$ 16.617,26	R\$ 85.226,30	R\$ 45.830,79	-R\$ 193.368,51
11	R\$ 110.232,42	-R\$ 18.325,52	R\$ 91.906,90	R\$ 46.450,48	-R\$ 146.918,03
12	R\$ 119.312,26	-R\$ 20.209,38	R\$ 99.102,88	R\$ 47.074,61	-R\$ 99.843,42
13	R\$ 129.140,01	-R\$ 22.286,91	R\$ 106.853,10	R\$ 47.703,03	-R\$ 52.140,39
14	R\$ 139.777,28	-R\$ 24.578,00	R\$ 115.199,28	R\$ 48.335,58	-R\$ 3.804,81
15	R\$ 151.290,73	-R\$ 27.104,62	R\$ 124.186,11	R\$ 48.972,09	R\$ 45.167,28
16	R\$ 163.752,55	-R\$ 29.890,98	R\$ 133.861,57	R\$ 49.612,36	R\$ 94.779,64
17	R\$ 177.240,85	-R\$ 32.963,77	R\$ 144.277,08	R\$ 50.256,20	R\$ 145.035,84

18	R\$ 191.840,17	-R\$ 36.352,44	R\$ 155.487,73	R\$ 50.903,40	R\$ 195.939,24
19	R\$ 207.642,05	-R\$ 40.089,47	R\$ 167.552,58	R\$ 51.553,74	R\$ 247.492,98
20	R\$ 224.745,52	-R\$ 44.210,67	R\$ 180.534,85	R\$ 52.206,97	R\$ 299.699,95
21	R\$ 243.257,81	-R\$ 48.755,53	R\$ 194.502,28	R\$ 52.862,84	R\$ 352.562,79
22	R\$ 263.294,96	-R\$ 53.767,60	R\$ 209.527,36	R\$ 53.521,09	R\$ 406.083,88
23	R\$ 284.982,56	-R\$ 59.294,91	R\$ 225.687,65	R\$ 54.181,42	R\$ 460.265,30
24	R\$ 308.456,58	-R\$ 65.390,42	R\$ 243.066,16	R\$ 54.843,53	R\$ 515.108,83
25	R\$ 333.864,15	-R\$ 72.112,56	R\$ 261.751,59	R\$ 55.507,11	R\$ 570.615,94

Tabela 7: Análise econômica do projeto de implementação. Fonte: Os autores (2018).

Para tanto, o Gráfico 1, observa-se o fluxo de caixa ao longo da vida útil do projeto.

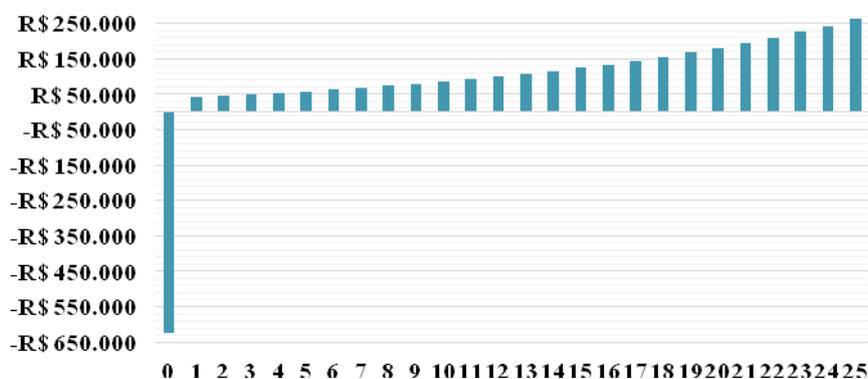


Gráfico 1: Fluxo de caixa para o projeto ao longo do horizonte de projeção. Fonte: Os autores (2018).

Continuando, segundo o Gráfico 2, visualiza-se que o valor do VPL do projeto é positivo após 14 anos (exatamente 14,08 anos), deixando claro que após esse período, o valor investido é então recuperado.

Analisando ainda o Gráfico 2, percebe-se que o *Payback* é de 14 anos, 28 dias, 19 horas e 12 minutos, ou seja, o tempo de retorno do valor aplicado, não é ruim, porém, não é de grandeza tão atrativa, pois já se passou da metade da vida útil das placas solares neste momento, portanto não trouxe o retorno financeiro de forma rápida.

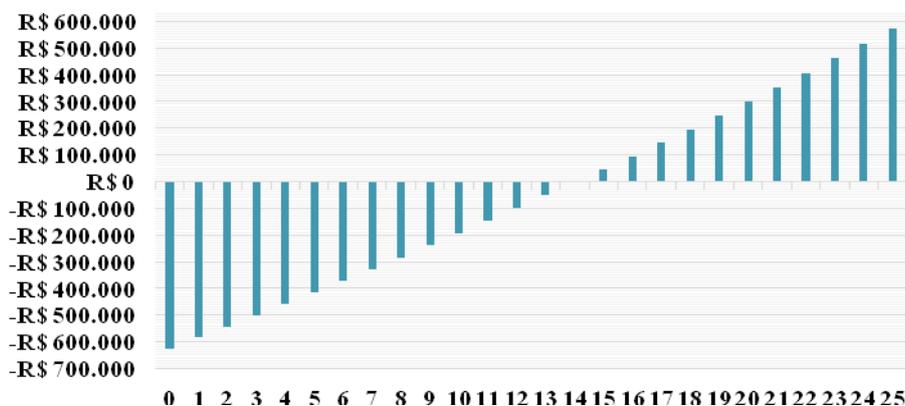


Gráfico 2: Valor Presente Líquido - VPL do projeto ao longo do horizonte de projeção. Fonte: Os autores (2018).

4. Considerações finais

Para levantamento da área para a instalação das placas fotovoltaicas, considerou-se o telhado do bloco D da instituição, onde este apresenta uma área total de 1784,675m², cujo valor é suficientemente necessário para a instalação da área dimensionada pela empresa especializada, que foi no valor de 1272m². Além disto, aproveitou-se também, a inclinação das telhas existentes para melhor aproveitamento solar, devido a presença de uma platibanda na altura de 1,30 metros.

Para a coleta de informações sobre irradiação solar no local de estudo, verificaram-se as coordenadas geográficas do bloco D numa plataforma especializada em banco de dados, a SunData, porém, houve divergências destes valores, pois a empresa especializada obteve seus dados por outra fonte de informações, que é o Atlas Brasileiro de Energia Solar.

Em relação a demanda energética, a instituição forneceu dados referentes ao consumo geral de todas as edificações, sendo estas constituídas pelos blocos A, B, C, D e E. Acerca do bloco D, convencionou-se calcular uma porcentagem do consumo total através da equivalência de áreas construídas, ou seja, considerou-se o valor correspondente de 25%.

A composição orçamentária do projeto foi elaborada pela empresa especializada, pois não se obteve os dados junto às tabelas do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil - SINAPI. Assim, o valor total do investimento, R\$624.585,60, contempla os materiais necessários para a instalação, mão-de-obra qualificada, *softwares* técnicos para acompanhamento dos índices e pós-venda de um ano.

Conclui-se que o objetivo geral deste trabalho foi atendido. Pode-se então afirmar que, através do valor do VPL ter dado um resultado matematicamente positivo, o projeto é economicamente viável, porém, com um tempo de resposta econômica certamente demorado (14,08 anos).

Referências

ALVES, G. H. **Projeto e análise da viabilidade econômica da instalação de painéis fotovoltaicos no setor industrial**. 2016. 106 f. Monografia (Especialização), Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Matriz de energia elétrica**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

_____. **Resolução normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

BCB - BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Dados diários da Taxa Selic**. 2018. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/htms/selic/selicdiarios.asp>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

BOVESPA, Bmf &. **Inflação**. 2018. Disponível em: <http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/juros/cotacoes-de-cupom-de-ipca.htm>. Acesso em: 27 nov. 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

CRESESB. **Potencial Solar - SunData v3.0**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

DIEESE. Comportamento das tarifas de energia elétrica no Brasil. **Nota Técnica 147**, ago. 2015. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/notatecnica/2015/notaTec147eleticidade.html>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Nota Técnica DEA 001/17: Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2026)**. Disponível em: <<http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/...>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de Metodologia Científica: Projetos de Pesquisa, TGI, TCC, Monografias, Dissertações e Teses**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini de. **Metodologia da Pesquisa: Abordagem Teórico-Prática**. 13. ed. Campinas: Papirus Editora, 2007.

PASCHOARELLI, Luis Carlos; MEDOLA, Fausto Orsi; BONFIM, Gabriel Henrique Cruz. Características Qualitativas, Quantitativas e Quali-quantitativas de Abordagens Científicas: estudos de caso na subárea do Design Ergonômico. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**, p.65-78, fev. 2015.

TORORADAR. **O que é Taxa SELIC e qual o seu rendimento**. 2018. Disponível em: <<https://www.tororadar.com.br/investimentos/taxa-selic-o-que-e-rendimento>>. Acesso em: 27 nov. 2018.