



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LUCAS DI PAULA GAMA DOS SANTOS

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NA UNIVASF -  
CAMPUS JUAZEIRO-BA**

Juazeiro – BA  
2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LUCAS DI PAULA GAMA DOS SANTOS

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NA UNIVASF -  
CAMPUS JUAZEIRO-BA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, *campus* Juazeiro, como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Produção. Orientadora: Profa. Dra. Vivianni Marques Leite dos Santos.

Juazeiro – BA  
2017

	Santos, Lucas Di Paula Gama dos
S237v	Viabilidade da utilização de energia solar na Univasf – <i>campus</i> Juazeiro - BA / Lucas Di Paula Gama dos Santos. -- Juazeiro, 2017.
	xi, 37 f.: il. ; 29 cm.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, <i>campus</i> Juazeiro-BA, 2017.
	Orientador (a): Prof. (a) Dr <sup>a</sup> . Vivianni Marques Leite dos Santos Co-orientador: Prof. Dr. Francisco Ricardo Duarte
	1. Energia Solar. 2. Sistema fotovoltaico - Universidade. 3. Desenvolvimento econômico – Aspectos ambientais. I. Título. II. Santos, Vivianni Marques Leite dos. III. Duarte, Francisco Ricardo IV. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 621.473

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF  
Bibliotecário: Renato Marques Alves



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
COLEGIADO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – CAMPUS JUAZEIRO/BA  
Av. Antonio Carlos Magalhães, 510 – Santo Antonio – Juazeiro, BA, CEP 48.902 -300  
Tel/Fax: (74) 3614-1937, E-maio: cprod@univasf.edu.br

#### ATA DE BANCA DE AVALIAÇÃO DE TRABALHO FINAL DE CURSO

Aos dezoito dias do mês de abril de 2017, às 15:20 horas, a banca formada pelos professores Viviani Marques Leite dos Santos, Dra. (Orientadora), Francisco Ricardo Duarte (Co-orientador), Antônio Pires Crisóstomo, Dr. (Avaliador interno) e Leonardo Souza Cavalcanti, Dr. (avaliador externo), reuniram-se para avaliar o Trabalho Final de Curso (TFC) do aluno **Lucas Di Paula Gama dos Santos**, intitulado *VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NA UNIVASF - CAMPUS JUAZEIRO-BA*. A orientadora, como presidente da sessão, abriu os trabalhos solicitando ao aluno que iniciasse a apresentação, lembrando que o mesmo tinha vinte (20) minutos para fazê-lo. Após a apresentação e arguição oral do aluno, a presidente solicitou que todos se retirassem da sala para que a banca deliberasse sobre o resultado. Ao final da deliberação, a banca concluiu pela APROVAÇÃO do Trabalho Final de Curso, com nota final 9,5 (NOVE E MEIO). Autorizado o retorno do aluno e platéia ao recinto, a presidente leu o resultado em voz alta e, informou a todos que as sugestões dos membros da banca, porventura acatadas, serão incorporadas ao projeto no prazo de **10 dias**, devendo, após este prazo, o Trabalho Final de Curso ser entregue em uma via em mídia eletrônica (CDROM) com arquivo salvo em formato PDF para que seja arquivada na biblioteca do *campus* Juazeiro, outra para arquivamento no Colegiado, bem como as cópias para cada membro da banca examinadora. Feitas as demais considerações, a presidente da banca encerrou os trabalhos às 16:50 horas. Eu presidente desta sessão redigi a presente ata que após a leitura foi assinada pelos demais membros da banca.

Presidente (Orientador(a)): \_\_\_\_\_

Avaliador (co-orientador(a)): \_\_\_\_\_

Avaliador interno: \_\_\_\_\_

Avaliador externo: \_\_\_\_\_

Juazeiro/BA, 18/04/2017

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus todo poderoso, à minha família que sempre me apoia; aos meus amigos que sempre estão juntos a mim e aos professores e auxiliares que contribuíram para meu sucesso.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a **DEUS TODO PODEROSO CRIADOR DO CÉU E DA TERRA**;

A minha família que com certeza sempre esteve ao meu lado em todo e qualquer momento, onde me faltam palavras para expressar tamanha gratidão; Em especial aos meus pais **Sônia Suely da Gama** e **Alvair José dos Santos** e minha irmã **Sara Vitória Gama dos Santos**.

Meus amigos que são os alicerces da minha obra, sem eles ao meu lado, não poderia alcançar o meu grande potencial. Separados somos bons! Juntos somos insuperáveis!;

Agradeço aos meus antepassados, que sem eles eu não estaria aqui, a torcida do Botafogo, meu eterno glorioso;

Agradeço a minha namorada **Jainy** por estar ao meu lado, me apoiando a todo momento, por todo carinho e atenção!

A todos os professores que puderam contribuir com a minha formação profissional, pessoal e cultural. Agradeço em especial a dois deles, a professora, orientadora, “Mãe” Viviani através do seu apoio eu pude alcançar meu verdadeiro potencial, sempre esteve ao meu lado para me orientar, guiar, focar e dar muitas risadas. E ao Professor Francisco Ricardo “PAI” que com certeza sem ele no meu caminho minha passagem na universidade não seria este sucesso, sempre disposto a tirar dúvidas, orientar com a maestria digna de poucos, e é claro as conversas bacanas de sempre. A esses dois em especial, passaram de apenas professores a verdadeiros amigos.

Agradeço imensamente ao Paulo da Solar do Valle por todo conhecimento passado, dúvidas esclarecidas, amizade conquistada e pela paciência comigo e Viviani. Agradeço a Bruna e Sanpower pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho, sua contribuição foi fundamental para alcançarmos excelentes resultados. Torço pela vaga de estágio na Sanpower!

Agradeço também aos meus animais minha grande paixão (SPIKE, ZEUS), sem eles nunca saberia dizer o que de fato é uma amizade verdadeira!;

Agradeço ao esporte que está nas minhas veias e sempre me deu ânimo e vigor para enfrentar os desafios que me foram impostos;

Agradeço a família UNIVASF, todas as pessoas que compõem minha universidade, VALEU!;

A todos, o meu profundo e sincero muito obrigado!

"Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, pois o mundo pertence a quem se atreve, e a vida é MUITO para ser insignificante".

**(Charles Chaplin)**

SANTOS, Lucas Di Paula Gama. **Viabilidade da utilização da energia solar para a UNIVASF *campus* Juazeiro Ba.** Graduação em Engenharia de Produção. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2017.

## RESUMO

O mundo vive uma nova era tecnológica, e para acompanhar este avanço, as fontes convencionais já não são o bastante para manter o progresso, passando a usufruir de fontes alternativas que complementem as novas matrizes energéticas. O termo sustentabilidade passou a ser um ponto chave para o desenvolvimento das empresas, e está deixando de ser apenas um diferencial para ser incorporado à filosofia das empresas. São notórias as vantagens oferecidas pelas chamadas fontes renováveis, sendo que o investimento no setor além de promover o desenvolvimento deste mercado específico, promove o uso de práticas sustentáveis, dissemina o conhecimento sobre esta área energética, sendo sobre tudo economicamente promissoras. No Brasil, as fontes renováveis corresponderam a 43,9% em 2016, da matriz energética. No Nordeste, onde as fontes se manifestam de diferentes formas, temos em destaque uma fonte abundante que é a energia solar, sendo esta a fonte geradora da maioria das outras fontes. A Univasf *campus* Juazeiro/BA, constituindo-se como uma instituição federal recente, se comparado a outras distribuídas pelo país tem mostrado um significativo progresso, sendo responsável pela geração de emprego e renda na região do Vale do São Francisco, como também formando profissionais qualificados. Sendo assim, adotou-se uma metodologia que permitiu analisar do ponto de vista técnico e econômico, o possível aproveitamento da energia solar através de um sistema fotovoltaico nas instalações da Univasf Juazeiro, que suprisse 100% da demanda energética, sendo viável a médio prazo, e trazendo benefícios ambientais, sociais e econômicos à instituição.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Sistemas fotovoltaicos; fontes renováveis.

SANTOS, Lucas Di Paula Gama. **Feasibility of using solar energy for UNIVASF *campus Juazeiro Ba.*** Degree in Production Engineering. Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2017.

### **ABSTRACT**

The world is experiencing a new technological age, conventional energy sources are no longer enough to keep up with this progress. That has made the world resort to alternative sources that complement the new energy matrix. Sustainability has become a key point for the development of companies, and is no longer just a differential advantage to be incorporated into the philosophy of business. The advantages offered by the so-called renewable sources are well known, and investing in the sector, not only boosts the development of this particular market but also promotes the use of sustainable practices, disseminates knowledge about this energy area, and more importantly, it is economically promising. In Brazil, renewable sources accounted for 43.9% of the energy matrix in 2016. In the Northeast, there is a variety of different energy sources, but none as abundant as solar energy, which is the source of most of the other sources. Univasf *campus Juazeiro / BA*, which has recently been founded as a federal institution, has stood out from the other universities around the country, showed a significant progress, and besides that it became responsible for the generation of employment and income in "Vale do São Francisco", with highly qualified professionals . Therefore, this methodology enabled the analysis from a technical and economic point of view, the possible use of solar energy through a photovoltaic system in the facilities of Univasf Juazeiro, which surpasses 100% of the energy demand, being feasible in the medium term, and bringing environmental, social and economic benefits to the institution.

**Keywords:** Sustainability; Photovoltaic systems; renewable sources.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica de Juazeiro/BA.....	15
Figura 2: Custo mensal de energia elétrica – UNIVASF 2016.....	18
Figura 3: Valor montante dos custos de energia elétrica <i>campi</i> Univasf 2016.....	19
Figura 4: Vista aérea da Univasf Juazeiro.....	20
Figura 5: Geração da usina solar.....	23

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CA – Corrente Alternada

CC – Corrente Continua

CCA – *Campus* Ciências Agrárias

CD – Cálculo de dimensionamento

CIP – Contribuição de Iluminação Pública

CNPJ – Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica

CPF – Cadastro de Pessoa Física

CRESESB – Centro de referência em energia solar e eólica Sérgio Brito

HU – Hospital Universitário

kWh – Quilowatt-hora

kWh.m<sup>2</sup>dia – Quilowatt –hora por metro quadrado dia

kWp – Quilowatt-pico

M<sup>2</sup> - Metros quadrados

NR – Normas Regulamentadoras

PROEX – Pró-reitoria de Extensão

PU – Prefeitura Universitária

SECAD – Secretária de Administração

UNIVASF - Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco

VPL – Valor presente Líquido

W – Watt

## SUMÁRIO

<b>Introdução .....</b>	<b>12</b>
<b>Metodologia .....</b>	<b>14</b>
Coleta de dados.....	14
Cálculo do dimensionamento das placas e do inversor .....	15
Análise de investimento .....	16
<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>17</b>
Instalação da usina solar .....	21
Análise de investimento .....	23
<b>Considerações finais .....</b>	<b>26</b>
<b>Referências .....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>30</b>

1 **VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NA**  
2 **UNIVASF - CAMPUS JUAZEIRO-BA**

3  
4 **FEASIBILITY OF THE USE OF SOLAR ENERGY IN**  
5 **UNIVASF - CAMPUS JUAZEIRO-BA**

6 Autor 1<sup>1</sup>, Autor 2<sup>2</sup>, Autor 3<sup>3</sup>

7 **Resumo**

8 O mundo vive uma nova era tecnológica, e para acompanhar este avanço, as fontes  
9 convencionais já não são o bastante para manter o progresso, passando a usufruir de fontes  
10 alternativas que complementem as novas matrizes energéticas. O termo sustentabilidade  
11 passou a ser um ponto chave para o desenvolvimento das empresas, e está deixando de ser  
12 apenas um diferencial para ser incorporado à filosofia das empresas. São notórias as  
13 vantagens oferecidas pelas chamadas fontes renováveis, sendo que o investimento no setor  
14 além de promover o desenvolvimento deste mercado específico, promove o uso de práticas  
15 sustentáveis, dissemina o conhecimento sobre esta área energética, sendo sobre tudo  
16 economicamente promissoras. No Brasil, as fontes renováveis corresponderam a 43,9% em  
17 2016, da matriz energética. No Nordeste, onde as fontes se manifestam de diferentes formas,  
18 temos em destaque uma fonte abundante que é a energia solar, sendo esta a fonte geradora da  
19 maioria das outras fontes. A Univasf *campus* Juazeiro/BA, constituindo-se como uma  
20 instituição federal recente, se comparado a outras distribuídas pelo país tem mostrado um  
21 significativo progresso, sendo responsável pela geração de emprego e renda na região do Vale  
22 do São Francisco, como também formando profissionais qualificados. Sendo assim, adotou-se  
23 uma metodologia que permitiu analisar do ponto de vista técnico e econômico, o possível  
24 aproveitamento da energia solar através de um sistema fotovoltaico nas instalações da Univasf  
25 Juazeiro, que suprisse 100% da demanda energética, sendo viável a médio prazo, e trazendo  
26 benefícios ambientais, sociais e econômicos à instituição.

27 **Palavras-chave:** Sustentabilidade; Sistemas fotovoltaicos; fontes renováveis

28  
29 **Abstract**

30 The world is experiencing a new technological age, conventional energy sources are no longer  
31 enough to keep up with this progress. That has made the world resort to alternative sources

32 that complement the new energy matrix. Sustainability has become a key point for the  
33 development of companies, and is no longer just a differential advantage to be incorporated  
34 into the philosophy of business. The advantages offered by the so-called renewable sources  
35 are well known, and investing in the sector, not only boosts the development of this particular  
36 market but also promotes the use of sustainable practices, disseminates knowledge about this  
37 energy area, and more importantly, it is economically promising. In Brazil, renewable sources  
38 accounted for 43.9% of the energy matrix in 2016. In the Northeast, there is a variety of  
39 different energy sources, but none as abundant as solar energy, which is the source of most of  
40 the other sources. Univasf *campus* Juazeiro / BA, which has recently been founded as a  
41 federal institution, has stood out from the other universities around the country, showed a  
42 significant progress, and besides that it became responsible for the generation of employment  
43 and income in "Vale do São Francisco", with highly qualified professionals . Therefore, this  
44 methodology enabled the analysis from a technical and economic point of view, the possible  
45 use of solar energy through a photovoltaic system in the facilities of Univasf Juazeiro, which  
46 surpasses 100% of the energy demand, being feasible in the medium term, and bringing  
47 environmental, social and economic benefits to the institution.

48 **Keywords:** Sustainability; photovoltaic Systems; renewable sources

49

## 50 **Introdução**

51 A crescente demanda global por produtos e serviços, a fim de saciar desejos e atender  
52 necessidades dos consumidores, provoca nas empresas, indústrias, instituições, de forma  
53 geral, o aumento demasiado da produção com avanços tecnológicos cada vez mais modernos,  
54 na busca por uma melhor posição competitiva (BRITO, 2016).

55 Para manter esse crescente progresso causado pela globalização, é preciso uma imensa  
56 quantidade de energia para sustentar essa produtividade, que atualmente encontra-se ainda,  
57 principalmente, dependente das fontes convencionais, tais como, a fonte hidráulica e os  
58 combustíveis fósseis, principalmente o petróleo (CASTELLANELLI et al., 2008).

59 Nas últimas décadas, entretanto, diante do elevado potencial de poluição ambiental  
60 dos combustíveis fósseis (DRUMM et al., 2014), das diversas crises mundiais envolvendo o  
61 petróleo e do surgimento do conceito de sustentabilidade (CLARO; CLARO; AMÂNCIO,  
62 2008), houve um aumento da demanda por energias mais limpas, de maneira a equilibrar a  
63 matriz energética mundial.

64 No atual contexto que o país se encontra, em que a crise político-financeira tem  
65 afetado os diversos setores da economia, as instituições públicas, em especial as universidades

66 federais, que a cada ano elevam o número de alunos ingressantes, sendo desproporcional com  
67 o número de egressos, enfrentam dificuldades para se manterem funcionando adequadamente.

68 A energia elétrica é um fator preponderante para o bom funcionamento das  
69 universidades públicas federais, todavia, o aumento das contas de energia elétrica tem  
70 impactado negativamente no orçamento das mesmas, sendo em parte, consequência da crise  
71 hídrica que assola boa parte do território nacional, logo, a utilização de outras fontes  
72 geradoras de energia, que apresentam um caráter poluidor, a exemplo das termoelétricas  
73 culminam no aumento dos preços cobrados pelas concessionárias (NOGUEIRA, 2014).

74 Buscando evitar a dependência de fontes onerosas e poluidoras, bem como investir em  
75 matrizes energéticas renováveis, as pesquisas voltadas a energia solar têm evoluído e vem  
76 despertando o interesse da sociedade para sua utilização. Segundo Ferreira e Silva Filho  
77 (2009) a energia solar é ilimitada, podendo-se aproveitá-la tanto como fonte de calor quanto  
78 de luz, sendo hoje reconhecida, como uma das alternativas energéticas mais promissoras.  
79 Pode-se dizer que o sol ainda é fonte uma fonte primária, dando origem a inúmeras outras  
80 fontes existentes como a energia eólica e maremotriz (CRESESB, 2008).

81 Estimativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) afirmam que até 2024 o  
82 Brasil terá aproximadamente 1,2 milhão de residências autogeradoras de energia elétrica,  
83 utilizando-se de fontes renováveis, sendo que a energia solar terá participação em 15% da  
84 matriz energética nacional (BRASIL, 2016). O Autor ainda afirma que até 2030, a energia  
85 solar fotovoltaica deverá movimentar R\$100 bilhões no mercado brasileiro.

86 O Brasil, sendo um país tropical, devido a sua localização geográfica, é considerado  
87 um país privilegiado no que diz respeito à energia solar, pois apresenta elevadas temperaturas  
88 numa significativa parte do seu território, durante todo o ano. Em especial, na região  
89 Nordeste, onde está localizada a Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco  
90 (Univasf), ocorrem as maiores médias de radiação solar durante o ano (BRITO, 2016),  
91 evidenciando o interesse no tema abordado.

92 A Univasf, criada pela Lei nº 10.473 de 27 de junho de 2002, é uma instituição de  
93 ensino superior vinculada ao Ministério da Educação, com sede na cidade de Petrolina, estado  
94 de Pernambuco, que tem como objetivo ministrar ensino superior, desenvolver pesquisas nas  
95 diversas áreas do conhecimento e promover a extensão universitária, caracterizando sua  
96 inserção regional mediante atuação *multicampi* no pólo Petrolina-PE e Juazeiro-BA, nos  
97 termos da Lei Complementar nº 113, de 19 de setembro de 2001 e do seu estatuto e normas de  
98 funcionamento, dando início às atividades acadêmicas em 2004 (BRASIL, 2014).

99           Visando à redução do impacto dos custos com energia elétrica na Univasf, foi avaliada  
100 a viabilidade da utilização de energia solar no *campus* Juazeiro, que servirá como modelo para  
101 os demais *campi*, outro ponto seria promover o uso de energias renováveis e disseminar o  
102 conhecimento sobre aquelas energias no Vale do São Francisco, ligado a redução de custos,  
103 diminuição dos impactos ambientais negativos, desenvolvimento de mercado voltado a área  
104 energética e aproveitamento das fontes em abundância na região.

105

## 106 **Metodologia**

107           Esta pesquisa, no que diz respeito aos critérios básicos, caracteriza-se como uma  
108 pesquisa aplicada, pois consoante Vergara (2006) “a pesquisa aplicada é fundamentalmente  
109 motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos, ou não”.

110           No que se refere à abordagem da pesquisa, o presente estudo demonstra caráter  
111 exploratório, uma vez que, conforme Ganga (2012), trata-se de um assunto pouco explorado e  
112 amplo, permitindo uma vasta pesquisa, haja vista que o tema energia solar voltada a  
113 aplicações em universidades é um tema pouco explorado na literatura vigente.

114

## 115 **Coleta de dados**

116           Para o desenvolvimento deste projeto foram levantados dados pertinentes à  
117 área/construção dos edifícios da Univasf, *campus* Juazeiro, através da Prefeitura Universitária  
118 (PU) e Secretaria de Infraestrutura. Também foram levantados dados relativos ao consumo de  
119 energia elétrica a partir da Secretária de Administração (SECAD) na Univasf.

120           A partir do levantamento dos dados, foram escolhidas as edificações que apresentam  
121 coberturas em laje, possibilitando o uso das mesmas para suportar as instalações fotovoltaicas.  
122 Foram levantados os custos dos equipamentos necessários para uma instalação fotovoltaica  
123 *on-grid* com empresas atuantes no setor de energia solar da região circunscrita. Em todos os  
124 aspectos a serem avaliados neste trabalho, foi considerada a latitude de 9,413889° Sul e  
125 longitude de 40,502778° Oeste (Figura 1).



Figura 1. Localização geográfica de Juazeiro/BA

Fonte: Adaptada de Campos (2006).

Para desenvolver um estudo sobre a utilização de energia solar, sendo sua finalidade voltada à energia elétrica ou para o uso do aquecimento de água, fundamental que se conheça as características de irradiação solar da região. Para a coleta destes dados foi utilizado o programa *Sundata*, o qual está voltado ao cálculo da irradiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território nacional e está disponível no portal do Centro de Referência de Energia Solar e Eólica Sergio Brito (CRESESB).

### Cálculo do dimensionamento das placas e do inversor

Com base na média de consumo, faz-se necessário verificar a potência, o tamanho e o custo das placas/inversores disponíveis no mercado. Em seguida, é realizado o Cálculo do Dimensionamento (CD) das placas e dos inversores por meio da Equação 1, descrita a seguir.

$$CD = \frac{\left( \frac{\left( \frac{\text{média do consumo da energia consumida em 2016}}{30} \right)}{\text{Irradiação solar média diária}} \right) \times 1000}{\text{Potência das placas/inversor}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde, as respectivas unidades de medidas são:

- CD → Quantidade de placas/inversores;
- Média do consumo da energia consumida em 2016 → kWh;
- Irradiação solar média diária → kWh.m<sup>-2</sup>dia;

- 147 • Potência das placas → W e inversores → kWp.

148

149 O cálculo permite obter quantas placas são necessárias para abastecer todo o sistema,  
150 bem como o número de inversores que estariam acoplados ao conjunto de painéis  
151 fotovoltaicos, complementando o sistema.

152

### 153 **Análise de investimento**

154 A estimativa de um investimento constitui parâmetros de viabilidade, com o objetivo  
155 de ajustar o retorno aos proprietários desse capital, permitindo avaliar alternativas (SOARES,  
156 2006; LIZOTE et al., 2014). Assim, para obter sucesso na sua opção é necessário mensurar os  
157 resultados dos reflexos financeiros. A aplicação de vários métodos para embasar e dar  
158 credibilidade é fundamental para analisar as alternativas de investimento (URTADO et al.,  
159 2009). Foram utilizados dois métodos conhecidos para avaliação deste investimento, o Valor  
160 Presente Líquido (VPL) e o *Payback* ou prazo de recuperação do investimento.

161 O *Payback* é o tempo que o investimento ou empréstimo leva para ser quitado, ou seja,  
162 a quantidade de período que se leva para recuperar o investimento ou o tempo que o  
163 investimento leva para zerar seu fluxo acumulado (MOTTA et al., 2009).

164 O cálculo do *Payback* é desenvolvido de acordo com a seguinte Equação 2:

$$Payback = \frac{Vi}{VER} \quad (\text{Equação 2})$$

165 Onde:

- 166 •  $Vi$  → Valor do investimento (R\$);  
167 •  $VER$  → Valor esperado da Receita (R\$).

168

169 O VPL é o resultado que o investimento proporcionará no final do projeto, utilizando a  
170 Taxa Mínima de Atratividade (TMA), ou seja, a soma dos valores presentes de cada um dos  
171 fluxos de caixa – tanto positivos como negativos – que ocorrem ao longo da vida do projeto  
172 (URTADO et al., 2009).

173 O cálculo do VPL é desenvolvido de acordo com a Equação 3:

174

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 \quad (\text{Equação 3})$$

176 Onde:

- 177 •  $FC_j \rightarrow$  Valores de entrada ou saída do caixa em cada período de tempo (R\$);
- 178 •  $FC_0 \rightarrow$  Valor do investimento inicial (R\$);
- 179 •  $j \rightarrow$  Período de tempo (ano);
- 180 •  $i \rightarrow$  Taxa de desconto do projeto (a.a.).

181

## 182 **Resultados e discussão**

183 A Univasf encontra-se localizada nos municípios baianos de Juazeiro, Senhor do  
184 Bonfim e Paulo Afonso; em Pernambuco, tem-se o *campus* Sede e o *campus* Ciências  
185 Agrárias (CCA), ambos em Petrolina; e por fim, o *campus* São Raimundo Nonato, no estado  
186 do Piauí. Todas essas unidades administrativas vêm passando por dificuldades financeiras  
187 devido a atual crise político-econômica, no qual serviços básicos vem sendo constante causa  
188 de preocupação.

189 A energia elétrica necessária para manter os *campi* ativos tem elevado peso nos custos,  
190 pois, problemas como a crise hídrica que vem assolando boa parte do território nacional,  
191 culminou na utilização de outras fontes energéticas onerosas como as termoelétricas, e  
192 consequentemente impactou na elevação do custo da energia elétrica.

193 A análise dos dados obtidos com os departamentos que constituem a administração da  
194 Univasf, permitiu concluir que os *campi* de Juazeiro e Petrolina-sede despontam com os  
195 custos mais elevados no tocante ao consumo de energia elétrica.

196 No caso da Univasf Petrolina-sede o elevado custo está associado ao funcionamento  
197 da maior parte dos departamentos administrativos, incluindo a reitoria e pró-reitorias, o  
198 Hospital Universitário (HU) e instalações para 6 cursos de graduação, assim. Para o *campus*  
199 Univasf Juazeiro, o elevado consumo está no funcionamento da grande quantidade de  
200 laboratórios contendo diversos equipamentos e instrumentos que consomem alta demanda de  
201 energia, para dar suporte aos 8 cursos de graduação existentes, além da instalação conhecida  
202 como Espaço Plural, onde encontra-se sob a direção da pró-reitoria de extensão (PROEX),  
203 apesar de não se encontrar nas instalações da Univasf Juazeiro, está sob sua responsabilidade  
204 financeira e administrativa.

205

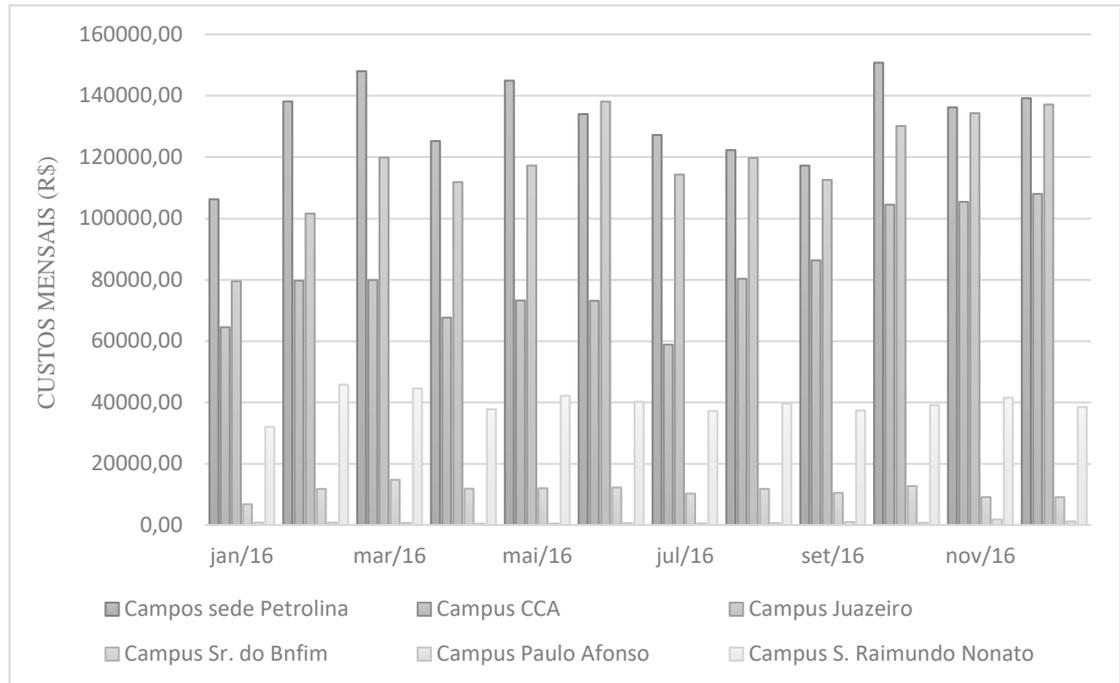


Figura 2. Custo mensal de energia elétrica - UNIVASF 2016

206

207

208

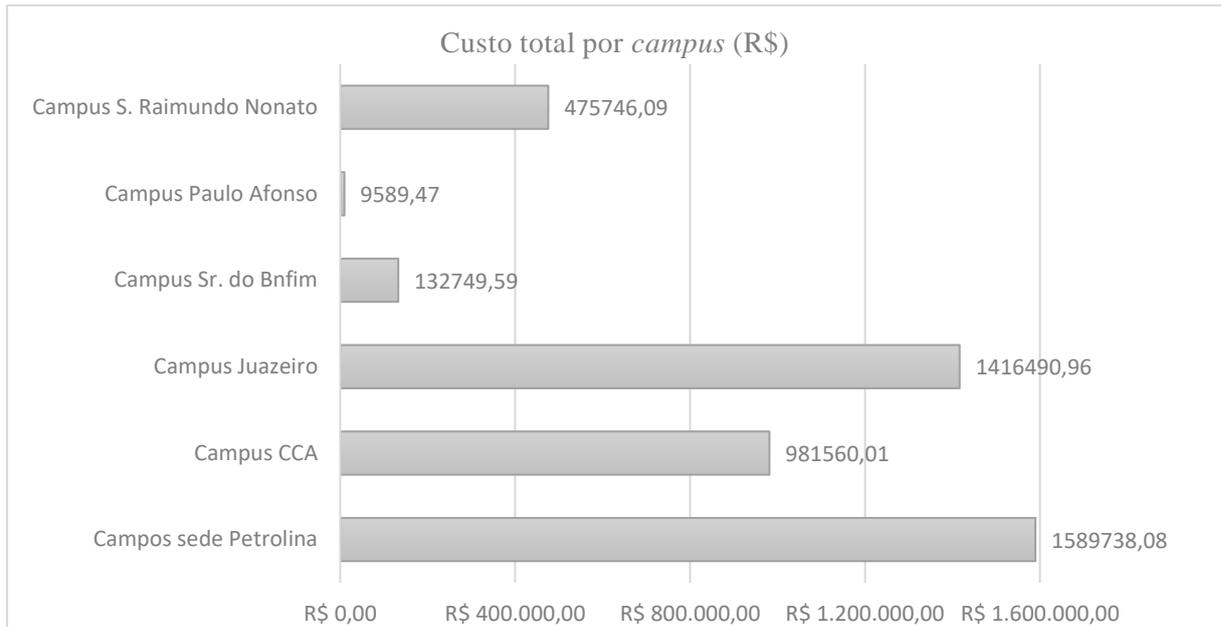
209

A Figura 2 ainda permite visualizar que, durante o ano de 2016, algumas contas (março, maio e outubro) superaram os R\$140.000,00 (*campus* sede Petrolina), sendo que muitas outras ultrapassam os R\$100.000,00 durante o ano. Fato este que constata a necessidade de investimentos no setor, para mitigar o impacto nos custos finais da instituição.

213

Na Figura 3, verifica-se o valor acumulado no ano de 2016, por *campus*, dos custos com energia elétrica, revelando montantes elevados, que permitem concluir o quão oneroso é para a universidade o consumo de energia elétrica, deixando-a muitas vezes em situações delicadas, haja vista que, ainda há inúmeras outras despesas e custos, além da conta de energia elétrica.

218



219

220

221

Figura 3. Valor montante dos custos de energia elétrica *campi* Univasf 2016

222

223

224

225

226

227

O custo anual de R\$4.605.874,20 para a universidade para o suprimento energético torna a questão em si alarmante, sendo que deste montante, 65,3% correspondem as unidades de Juazeiro e Petrolina-sede, mostrando que se faz necessário tomar decisões importantes o quanto antes, e que o investimento em energias renováveis se apresenta como uma saída viável para a atual crise, além de ser esperada uma postura exemplar para as instituições de reduzir seus custos com energia elétrica.

228

229

230

O *campus* Juazeiro (Figura 4), objeto do presente estudo, encontra-se localizado onde anteriormente era a indústria da empresa Cicanorte, que tinha por finalidade a fabricação de conservas de legumes e outros vegetais.

231

232

233

234

235

236

A unidade de Juazeiro com seus 145.595m<sup>2</sup>, ao longo do ano de 2016, acarretou em despesa elevada para instituição no que diz respeito a energia elétrica. Neste *campus*, verifica-se ainda espaços disponíveis e coberturas em laje que podem servir para aproveitamento de instalação de uma usina solar (*on-grid*), haja vista que a demanda de energia é alta, sendo então necessária uma geração acima de 5MW, superando as categorias micro usina ( $\leq 75\text{kW}$ ) e mini usina ( $>75\text{kW}$  e  $\leq 5\text{MW}$ ) (ANEEL, 2012).



Figura 4. Vista aérea da Univasf Juazeiro.

Fonte: Adaptado do Google maps (2017).

De acordo com a resolução 482 de 2012, homologada pela Aneel é permitida aos consumidores cativos a possibilidade de gerar sua própria energia conectada à rede (ANEEL, 2012). Essa decisão permite que a energia gerada pelo consumidor seja abatida da sua conta e caso a energia gerada seja maior do que a consumida no mês, o excesso é convertido em crédito com validade de 5 anos (60 meses).

Esse crédito pode ser utilizado, futuramente, na unidade em que foi gerado, ou na conta de outras unidades que o consumidor venha a possuir vinculado ao mesmo Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) ou Cadastro de Pessoa Física (CPF). Vale ressaltar que não há abatimento da Contribuição de Iluminação Pública (CIP) e da taxa mínima cobrada pela concessionária. Recentemente, houve uma revisão na resolução permitindo o compartilhamento dos créditos gerados por empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, tais como condomínios, consórcios ou cooperativas.

O sistema funcionaria da seguinte maneira: o painel fotovoltaico capta a luz e produz energia elétrica (energia fotovoltaica). Os painéis, instalados sobre o seu telhado, são conectados uns aos outros e então conectados ao inversor de corrente. O inversor converte a energia solar dos painéis fotovoltaicos - corrente contínua (CC) em energia elétrica – corrente alternada (CA). A energia que sai do inversor solar segue para o "quadro de luz", sendo então

258 distribuída para as instalações da Univasf Juazeiro, e assim reduzindo a quantidade de energia  
259 consumida proveniente da distribuidora.

260 De acordo com o sistema, a produção de eletricidade segue para a rede elétrica através  
261 do relógio de luz (relógio de luz bidirecional). Esse relógio mede a energia distribuída que é  
262 consumida e a energia injetada na rede da distribuidora, que gera "créditos de energias" para a  
263 utilização em até 5 anos.

264

### 265 **Instalação da usina solar**

266 A Tabela 1 contém valores do consumo de energia nos 12 meses de 2016, que expõe  
267 uma expressiva variação e revela um pico no mês de junho de 2016.

268

269

Tabela 1. Consumo da Univasf e Irradiação solar em 2016

<b>MÊS</b>	<b>Consumo de energia elétrica – kWh</b>	<b>Irradiação solar média diária – kWh.m<sup>2</sup>dia</b>
Jan/16	102.984	5,61
Fev/16	134.904	6,5
Mar/16	84.420	5,47
Abr/16	175.518	5
Mai/16	174.300	4,86
Jun/16	188.664	4,5
Jul/16	147.651	4,67
Ago/16	164.010	5,19
Set/16	148.008	5,42
Out/16	178.542	5,97
Nov/16	88.788	5,72
Dez/16	79.632	5,56
<b>Média</b>	<b>138.952</b>	<b>5,37</b>

270

271 Com base no consumo de energia elétrica da Univasf e a irradiação solar média diária,  
272 aqui descritos na Tabela 1, calculou-se a média de consumo de 2016 que foi de 138.952  
273 kWh.mês<sup>-1</sup>. A irradiação solar média diária para a cidade de Juazeiro BA foi adquirida pelo  
274 programa *sundata* pelo site do CRESESB, sendo de 5,37kWh.m<sup>-2</sup>dia.

275

276 Finalmente, para casas e empresas, tradicionalmente, se utiliza a placa solar de 60  
277 células. Elas possuem aproximadamente 1,00m x 1,65m e pesam em torno de 18-20kg cada.  
278 As potências dessas placas fotovoltaicas variam de 240, 245, 250, 255, 260, 265 até 270  
279 Watts. As mais eficientes estão acima de 250Watts. A placa com maior potência utilizada no  
280 país é de 320W, configurando-se assim a com maior nível de eficiência (16,42%), como  
também a maior em tamanho físico (1,00m x 1,96m).

281 Logo, o cálculo do CD utilizando-se da Equação 1, indicou a necessidade de 2.695  
 282 placas com potência de 320W. Efetuando-se o mesmo cálculo para os inversores, resultou  
 283 numa quantidade de 43 inversores de 20kWp.

284 Sendo assim, o investimento para aquisição desta usina solar com potência de  
 285 862,40kWp para abastecer 100% da demanda energética da Univasf Juazeiro localiza-se na  
 286 Tabela 2, delineadas pelos seguintes quesitos: descrição, quantidade, valor unitário e valor  
 287 total.

288

289

Tabela 2. Descrição do Projeto

Descrição	Quantidade	Valor Unitário (R\$) (SANPOWER, 2017)	Valor total (R\$)
<b>Painel - 320W</b>	2695	844,00	2.274.580,00
<b>Inversor BB power- 20kWp</b>	43	21.255,72	913.995,96
<b>Estruturas e acessórios mecânicos – Kit</b>	1	595.149,66	595.149,66
<b>Proteção e material elétrico – Kit</b>	1	362.520,14	362.520,14
<b>Valor por Watt - 2,64 R\$/W</b>			<b>4.146.245,76</b>

290

291 O fato de usar o inversor mais caro do mercado brasileiro, bem como as placas de  
 292 maior potência do mercado, resulta numa quantidade de equipamentos menor, assim como um  
 293 custo final menor. Comparando-se isto com placas e inversores de menor potência têm-se  
 294 uma redução no custo unitário, todavia o maior número de equipamentos para suprir a  
 295 demanda culmina em um valor final mais elevado, bem como menor eficiência e maior área  
 296 de utilização na maioria dos casos.

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

A utilização de um inversor de 8,2kWp no valor de R\$14.190,00, resultaria usando o  
 mesmo cálculo de dimensionamento em 105 inversores, que refletiria no montante final de  
 R\$1.489.950,00, ou seja, R\$575.954,04 a mais no orçamento. Comparando-se com painéis  
 solares, utilizando placas de 250W, seriam necessárias 3450 placas, que cobririam 6383m<sup>2</sup>,  
 enquanto para as placas de 320W a área utilizada seria de 5822m<sup>2</sup>, sendo 561m<sup>2</sup> a mais para  
 instalação. Quanto ao custo, uma placa de 250W custaria em média R\$800,00, e resultaria no  
 montante final de R\$2.760.000,00, logo, teria uma elevação no orçamento final de  
 R\$485.420,00, encarecendo o investimento.

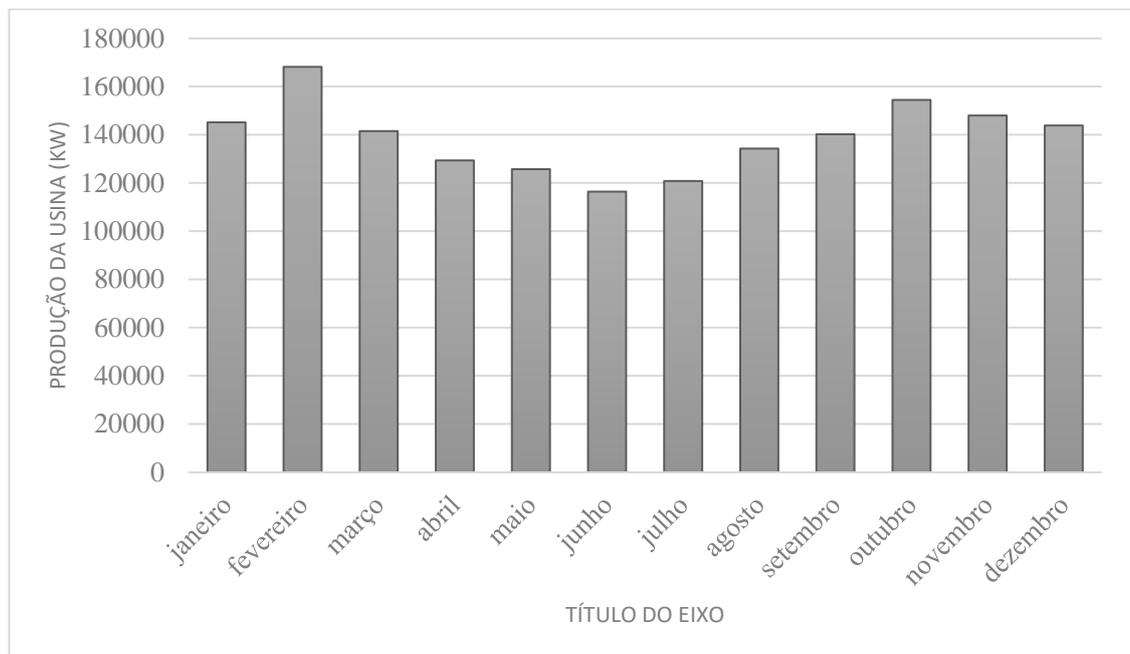
Os prédios nomeados como bloco de colegiados e bloco de salas de aula dispõem de  
 uma mesma área em laje de 3542,01m<sup>2</sup>, e que se utilizando destas poderiam suprir a demanda

307 necessária para a instalação das placas de 320W, sem que haja investimento no reforço das  
 308 estruturas prediais, sendo que nestes prédios ocorrem também os maiores níveis de consumo.

309 Outra alternativa seria compartilhar placas com o Complexo Multieventos, sendo esta  
 310 a edificação com maior área de laje (4117,89m<sup>2</sup>), no qual, esta instalação também apresenta  
 311 grande demanda energética, sendo que o mesmo também apresenta estrutura em laje,  
 312 facilitando a instalação e evitando custos com estrutura predial.

313 Vale lembrar, que a para que seja efetuada a instalação de uma usina solar, se faz  
 314 necessário o cumprimento das normas regulamentadoras (NR) específicas para tal. Dentre  
 315 elas as principais são: NR 10, NR 11, NR 15, NR 35, que tratam da segurança dos operadores  
 316 na prestação de serviço, e as normas específicas para sistema fotovoltaico, tais como: NBR  
 317 IEC 62116:2012; NBR (16149 – 16150):2013; NBR 16274:2014 e Portaria 004/2011.

318



319

320

Figura 5. Geração da usina solar

321

322 A produção energética ao longo do ano estaria ligada a capacidade de geração da usina  
 323 (862,40kWp) e a irradiação solar média diária que varia ao longo do ano conforme a Tabela 2,  
 324 sendo que nos meses de alta produção geraria créditos de energia junto a concessionária que  
 325 retornariam para a Univasf nos meses de baixa produção (Figura 5).

326

### 327 **Análise de investimento**

328

329 O cálculo de VPL utilizado para este investimento em energia solar levou em  
 consideração a taxa anual da poupança em 2016, que foi de 8,3% a.a., como TMA, sendo a

330 poupança a principal comparação ao se fazer um investimento. Foi ainda empregado mais  
 331 uma taxa, o reajuste tarifário da Coelba foi homologado pela Resolução nº 2.066 de  
 332 19/04/2016, ANEEL, no percentual de 10,64% para os consumidores de grande porte, sendo  
 333 estes atendidos em alta tensão (COELBA, 2016). A taxa de 10,64% foi usada para fazer as  
 334 projeções pelos próximos 25 anos, que é o tempo de vida do projeto (Tabela 3).

335

336

Tabela 3. Cálculo de VPL para projeto de usina solar

Taxa de Retorno – (%)		8,30
Alteração Tarifária – (%)		10,64
<b>VPL – (R\$)</b>		<b>36.235.887,33</b>
Período	Ano	Fluxo de Caixa (CF) – R\$
0	2017	-4.146.245,76
1	2018	1.337.598,06
2	2019	1.479.918,49
3	2020	1.637.381,82
4	2021	1.811.599,25
5	2022	2.004.353,41
6	2023	2.217.616,61
7	2024	2.453.571,02
8	2025	2.714.630,97
9	2026	3.003.467,71
10	2027	3.323.036,67
11	2028	3.676.607,77
12	2029	4.067.798,84
13	2030	4.500.612,64
14	2031	4.979.477,82
15	2032	5.509.294,26
16	2033	6.095.483,17
17	2034	6.744.042,58
18	2035	7.461.608,71
19	2036	8.255.523,88
20	2037	9.133.911,62
21	2038	10.105.759,82
22	2039	11.181.012,66
23	2040	12.370.672,41
24	2041	13.686.911,95
25	2042	15.143.199,39

337

338

339

340

A composição do VPL (Tabela 3) ao longo dos 25 anos, que é o tempo de vida útil das  
 placas, teria um retorno ao final deste período de R\$36.235.887,33, configurando-se assim  
 uma significativa economia para Univasf em termos energéticos.

341 O investimento na usina solar, segundo o cálculo do *Payback* (Tabela 4), apresentaria  
 342 retorno com 3 anos e 3 meses após a instalação, consequentemente o tempo restante de vida  
 343 útil do projeto seria de economia para a instituição, mostrando-se viável do ponto de vista  
 344 econômico.

345

346

Tabela 4. Cálculo de *Payback* para o projeto de usina solar

Taxa de Retorno – (%)		8,30	<i>Payback</i>	
Alteração Tarifária – (%)		10,64	3 anos	3 meses
Período	Ano	Fluxo de Caixa (CF) – R\$	(VPL) - R\$	Saldo (R\$)
0	2017	-4.146.245,76	-4.146.245,76	-
1	2018	1.337.598,06	1.235.085,93	- 2.911.159,83
2	2019	1.479.918,49	1.261.772,00	- 1.649.387,84
3	2020	1.637.381,82	1.289.034,66	- 360.353,18
4	2021	1.811.599,25	1.316.886,38	956.533,20
5	2022	2.004.353,41	1.345.339,88	2.301.873,08
6	2023	2.217.616,61	1.374.408,16	3.676.281,24
7	2024	2.453.571,02	1.404.104,52	5.080.385,76
8	2025	2.714.630,97	1.434.442,51	6.514.828,27
9	2026	3.003.467,71	1.465.436,00	7.980.264,27
10	2027	3.323.036,67	1.497.099,16	9.477.363,43
11	2028	3.676.607,77	1.529.446,46	11.006.809,89
12	2029	4.067.798,84	1.562.492,67	12.569.302,56
13	2030	4.500.612,64	1.596.252,90	14.165.555,46
14	2031	4.979.477,82	1.630.742,57	15.796.298,04
15	2032	5.509.294,26	1.665.977,46	17.462.275,49
16	2033	6.095.483,17	1.701.973,64	19.164.249,14
17	2034	6.744.042,58	1.738.747,59	20.902.996,73
18	2035	7.461.608,71	1.776.316,10	22.679.312,83
19	2036	8.255.523,88	1.814.696,34	24.494.009,16
20	2037	9.133.911,62	1.853.905,84	26.347.915,00
21	2038	10.105.759,82	1.893.962,53	28.241.877,54
22	2039	11.181.012,66	1.934.884,71	30.176.762,25
23	2040	12.370.672,41	1.976.691,09	32.153.453,34
24	2041	13.686.911,95	2.019.400,76	34.172.854,09
25	2042	15.143.199,39	2.063.033,24	36.235.887,33

347

348 O uso da energia solar também impacta positivamente por diminuir a demanda pela  
 349 fonte hídrica proveniente da barragem de Sobradinho. Além da redução de gases nocivos e  
 350 impactantes sobre o efeito estufa.

351 Vale lembrar que alguns investimentos poderão ser necessários ao longo destes 25  
 352 anos, pois a vida útil dos inversores, bem como das estruturas metálicas são menores do que a

353 vida útil das placas (25 anos). Os inversores têm vida útil de 6 anos, ou seja, a cada 6 anos  
354 pode ser necessário substituí-los, sendo então previstas 4 substituições ao longo dos 25 anos,  
355 custando a Univasf R\$3.655.983,84.

356 As estruturas metálicas têm uma duração de 15 anos, culminando na previsão de uma  
357 única modificação ao longo de 25 anos, que custaria a Univasf R\$595.149,66. Ao final  
358 ocorreria um abatimento no montante de R\$36.235.887,33, sendo então a redução de custos  
359 totais com energia elétrica de R\$31.984.753,83, um total ainda bastante representativo, sendo  
360 este um estímulo para o investimento da instalação de usinas em outros *campi*.

361

### 362 **Considerações finais**

363 O avanço das fontes renováveis vem progredindo rapidamente nos últimos anos e,  
364 tendo em vista o grande potencial de irradiação solar em nossa região, a perspectiva de  
365 crescimento para a geração de energia fotovoltaica são as melhores possíveis, abrindo um  
366 novo mercado para o segmento de projeção e implantação de sistemas fotovoltaicos  
367 residenciais, comerciais, industriais, rurais e etc.

368 Arelado ao fato de que o país está inserido numa crise político-econômica sem  
369 precedentes, além do que vem ocorrendo nos últimos anos distúrbios climáticos que têm  
370 afetado, em particular, o Nordeste brasileiro causando crises hídricas que impactam na  
371 geração de energia, fazendo com que se utilizem de outras fontes mais onerosas e poluidoras  
372 encarecendo os custos do cidadão brasileiro com energia elétrica.

373 O investimento para aquisição deste projeto custaria aos órgãos responsáveis  
374 R\$4.146.245,76, sendo que a usina teria capacidade de geração de 862,40 kWp, que seria  
375 quitado em 3 anos e 3 meses consoante o cálculo de *payback*, após entrar em funcionamento.  
376 O fato das placas apresentarem uma vida útil de 25 anos, garantiu através do VPL uma  
377 economia para instituição de R\$36.235.887,33, após quitado o investimento, pelos próximos  
378 21 anos e 9 meses.

379 Vale lembrar que outros itens como inversores, estruturas mecânicas apresentam vida  
380 útil menor, necessitando de mudanças ao longo dos anos, resultando em um abatimento de  
381 R\$4.251.133,50. Tal valor impactaria sobre os R\$36.235.887,33, sendo o valor final de  
382 economia com energia elétrica por parte da Univasf de R\$31.984.753,83. Quanto aos custos  
383 com mão de obra já se encontram inclusos nos valores levantados.

384 Por fim, espera-se contribuir com a instalação de uma usina solar, que venha atender a  
385 demanda da Univasf Juazeiro, mitigando as despesas da universidade, sendo então um  
386 exemplo para os outros *campi*, como também para a comunidade em geral.

387

388 **Referências**

389 ANEEL (Brasil). Resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. 2012. Disponível em:  
390 <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

391 BRASIL. ANEEL. *Em oito anos, 1,2 milhão de residências vão gerar sua própria*  
392 *energia*. 2016. Disponível em: <[http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/03/em-oito-](http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/03/em-oito-anos-1-2-milhao-de-residencias-va-gerar-sua-propria-energia-1)  
393 [anos-1-2-milhao-de-residencias-va-gerar-sua-propria-energia-1](http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/03/em-oito-anos-1-2-milhao-de-residencias-va-gerar-sua-propria-energia-1)>. Acesso em: 05 abr. 2017.

394 \_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Relatório de gestão do exercício de 2013. 2014.  
395 Disponível em:  
396 <[http://www.univasf.edu.br/acessoainformacao/arquivos/relatorio\\_de\\_gestao\\_UNIVASF\\_201](http://www.univasf.edu.br/acessoainformacao/arquivos/relatorio_de_gestao_UNIVASF_2013.pdf)  
397 [3](http://www.univasf.edu.br/acessoainformacao/arquivos/relatorio_de_gestao_UNIVASF_2013.pdf).pdf>. Acesso em: 05 jun. 2016.

398 BRITO, P. O. B. de. Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos conectados à rede de  
399 distribuição: estudo de caso. 2016. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica,  
400 Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2016.

401 CASTELLANELLI, M.; SOUZA, S. N. M.; SILVA, S. L.; KAILER, E. K. Desempenho de  
402 motor ciclo diesel em bancada dinamométrica utilizando misturas  
403 diesel/biodiesel. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p.145-153, 20 fev. 2008.

404 CLARO, P.B. de O.; CLARO, D.P.; AMÂNCIO, R. Entendendo o conceito de  
405 sustentabilidade nas organizações. *Revista Administração*, v.43, n.4, p.289-300, 2008.

406 COELBA (Bahia). Reajuste tarifário. 2016. Disponível em:  
407 <<http://www.coelba.com.br/Noticias/Pages/reajuste.aspx>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

408 CRESESB - CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SERGIO  
409 BRITO (Brasil). Tutorial da energia solar fotovoltaica. 2008. Disponível  
410 em:<[http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&cid=tutorial\\_solar](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&cid=tutorial_solar)>.  
411 Acesso em: 15 jun. 2016.

412 CAMPOS, D.P. de. Localização de Juazeiro. 2006. Disponível em: <Por Darlan P. de Campos  
413 - Image:Bahia MesoMicroMunicip.svg, Raphael Lorenzeto de Abreu, CC BY-SA 3.0,  
414 <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1056066>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

415 DRUMM, F.C.; GERHARDT, A.E.; FERNANDES, G.D.; CHAGAS, P.; SUCOLOTTIS,  
416 M.S.; KEMERICH, P.D. da C. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis  
417 derivados do petróleo em veículos automotores. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e*  
418 *Tecnologia Ambiental*, v. 18, n.1, 2014, p. 66-78.

419 FERREIRA, R.R.; SILVA FILHO, P. C. da. Energia solar fv: Geração de energia limpa.  
420 2009. Disponível em:

- 421 <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1828/1058>>  
422 . Acesso em: 25 maio 2016.
- 423 GANGA, G. M. D. *Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção: Um*  
424 *guia prático de conteúdo e forma*. 1 ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2012, 361 p.
- 425 GOOGLE MAPS. Imagem aérea da Univasf. 2017. Disponível em:  
426 <<https://www.google.com.br/maps/search/univasf/@-9.4120772,-40.5173003,882m>  
427 /data=!3m1!1e3>. Acesso em: 20 fev. 2017
- 428 Anais - LIZOTE, S. A.; ANDRADE, D. A. de; SILVA, F.; PEREIRA, R. da S.; PEREIRA,  
429 W. da S. Análise de Investimentos: um Estudo Aplicado em uma Empresa do Ramo  
430 Alimentício. In: *Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, 11 Anais...* Rio de Janeiro:  
431 2014. p. 1 - 14.
- 432 MOTTA, R.R.; GONÇALVES, A.; NEVES, C. das; CALÔBA, G.; NAKAGAWA, M;  
433 COSTA, R. P. da. *Engenharia Econômica e Finanças*. 1 ed. Rio de Janeiro: Ed. Elsevier,  
434 2009, 325 p.
- 435 NOGUEIRA, L.A.H. A crise do setor energético e a síndrome de país rico. Entrevista com  
436 Luiz Augusto Horta Nogueira. 2014. Disponível em:  
437 <[https://www.ecodebate.com.br/2014/06/20/a-crise-do-setor-energetico-e-a-sindrome-de-](https://www.ecodebate.com.br/2014/06/20/a-crise-do-setor-energetico-e-a-sindrome-de-pais-rico-entrevista-com-luiz-augusto-horta-nogueira/)  
438 [pais-rico-entrevista-com-luiz-augusto-horta-nogueira/](https://www.ecodebate.com.br/2014/06/20/a-crise-do-setor-energetico-e-a-sindrome-de-pais-rico-entrevista-com-luiz-augusto-horta-nogueira/)>. Acesso em: 20 fev. 2017.
- 439 SANPOWER. Proposta Técnica comercial: Sistema fotovoltaico *on grid*. 2017.
- 440 Anais - URTADO, Ed.S.; SANTO, V. da S.; QUINTAIROS, P.C.R; OLIVEIRA, A. de A. Q.  
441 Aplicação do método do valor presente líquido (vpl) na análise da viabilidade econômica de  
442 projetos na indústria metal mecânica: um estudo de caso. In: *Encontro latino americano,*  
443 *3 Anais...* Taubaté: 2009. p. 1 – 4.
- 444 VERGARA, S.C. *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. 7. ed. São Paulo: Ed.  
445 Atlas, 2006. 96 p.

**ANEXO**

**ANEXO A**

**DIRETRIZES PARA OS AUTORES CONFORME NORMAS DA REVISTA  
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ESA)**

# Regulamento para apresentação de contribuições

## 1. Objetivo

O presente regulamento objetiva uniformizar a apresentação das contribuições a serem encaminhadas para publicação na Revista Engenharia Sanitária e Ambiental.

## 2. Formas de contribuição

2.1. As formas de contribuição são:

- Artigo Técnico
- Nota Técnica
- Revisão da Literatura
- Discussão de Nota Técnica, Artigo Técnico ou Revisão da Literatura

2.2. Artigo Técnico é uma exposição completa e original, totalmente documentada e interpretada, de um trabalho de relevância.

2.3. Nota Técnica é um trabalho sumário podendo corresponder a:

- artigo com resultados ainda parciais
- considerações sobre aspectos pouco abrangentes da área
- desenvolvimento de considerações técnicas relativas a algum aspecto da Engenharia Sanitária e Ambiental
- alguma outra abordagem sumária pertinente, a juízo dos Editores.

2.4. Revisão da Literatura corresponde a um artigo, no qual é levantado o estado da arte de algum tema relevante e inovador, na área de Engenharia Sanitária e Ambiental, cuja abordagem deve ser suficientemente crítica e capaz de identificar avanços, lacunas e desafios científicos, à luz da literatura nacional e internacional. Trabalhos de revisão sistemática e meta-análise podem ser incluídos nessa categoria de artigo.

2.5. Discussão é uma avaliação crítica ou ampliação do conteúdo de uma Nota Técnica, Artigo Técnico ou Revisão da Literatura publicado na Revista. As discussões serão publicadas, sempre que possível, conjuntamente com a resposta do(s) autor(es). A Revista tem como linha editorial o incentivo à publicação de artigos de discussão.

2.6. Não serão aceitos relatórios, traduções e nem artigos já publicados ou submetidos à publicação em outros veículos, ou que impliquem em promoção comercial de determinada marca, produto ou empresa.

## 3. Encaminhamento das contribuições

3.1. A inscrição das contribuições será feita pelo sistema da SCielo, através do link <http://submission.scielo.br/index.php/esa/index>. Não serão aceitas inscrições de artigos por fax, e-mail ou correio.

3.2. O primeiro passo para o acesso ao sistema é o Cadastro, bastando clicar em “Cadastrar-se” no link no canto superior direito. A partir daí, clicar em “Engenharia Sanitária e Ambiental”, que fará a vinculação do cadastro junto à Revista.

3.3. Feito isso, o próprio sistema mostrará, passo a passo, como submeter a sua contribuição.  
2 Engenharia Sanitária e Ambiental

3.4. Realizada a submissão, o autor receberá um e-mail acusando o recebimento da mesma. E a partir do código dado pelo próprio sistema que o autor poderá acompanhar o processo de avaliação do seu trabalho.

3.5. A Revista Engenharia Sanitária e Ambiental cobra taxa de submissão no valor de: **R\$ 100,00**. A taxa destina-se a **não sócios** da ABES. Caso o autor principal seja sócio, enviar e-mail para [esa@abes-dn.org.br](mailto:esa@abes-dn.org.br) informando número de matrícula ABES para isentar-se da taxa. Observação: A taxa de submissão não será restituída caso o manuscrito seja recusado, e o

pagamento da taxa não garante o aceite do artigo, que passará normalmente pelo processo de avaliação. Associe-se à ABES: <http://socio.abes-dn.org.br/>

3.6. Qualquer dúvida, favor enviar e-mail para [esa@abes-dn.org.br](mailto:esa@abes-dn.org.br).

#### 4. Formato das contribuições

4.1. As contribuições devem ser preparadas pelos autores no formato “.doc” aberto para edição usando o recurso de numeração de linhas do Microsoft Word (Arquivo – Configurar página – Layout – Números de linha – Numerar linhas – Contínua – OK – OK).

4.2. As contribuições devem ser enviadas no formato “.doc” pelo Sistema de Envio de Artigos. Todos os demais formatos de arquivos, inclusive os compactados, serão bloqueados.

4.3. Após o processo avaliativo, as contribuições aprovadas para publicação deverão sofrer correções e ser enviadas em sua versão final para diagramação.

4.3. Os trabalhos submetidos devem estar de acordo com as normas da ABNT/NBR 14724:2011– Trabalhos Acadêmicos

4.4. Poderão ser incluídos figuras, gráficos e ilustrações, desde que o tamanho do arquivo não ultrapasse 10MB.

4.5. O texto integral do artigo não poderá exceder 20 (vinte) páginas para Artigo Técnico e Revisão da Literatura e 8 (oito) páginas para Nota Técnica e Discussão, atendendo ao formato estabelecido nos itens a seguir.

4.6. O Artigo Técnico e a Nota Técnica deverão seguir a seguinte sequência de apresentação:

- Título do artigo em português (até 200 caracteres) e em inglês
- Resumo em português e em inglês, de 100 a 250 palavras (conforme NBR 14724).
- Palavras-chave em português e em inglês
- Título resumido do artigo em português (até 60 caracteres) para o cabeçalho
- Texto do artigo (sem divisão em colunas)
- Referências
- Anexos (se houver)

i. Agradecimentos, se houver, deverão ser incluídos somente na versão final do artigo aprovado para publicação.

ii. O Nome do(s) autor(es), Currículo resumido(s) do(s) autor(es), endereço para correspondência (profissional) devem constar somente nos metadados do Sistema Scielo, preenchidos no momento de cadastro. **IMPORTANTE:** não colocar estas informações no envio da contribuição original.

4.7. O texto deverá ser formatado para um tamanho de página A-4, margens 3 cm para esquerda e superior, e 2 cm inferior e direita (conforme NBR 14724). As páginas deverão ser devidamente numeradas. Deve ser empregada fonte Times New Roman, corpo 12, exceto no título que deverá ter corpo 16. O espaçamento entre as linhas deverá ser 1,5.

4.8. O corpo do artigo deve ser organizado segundo um encadeamento lógico, contendo subtítulos “Introdução”, “Metodologia”, “Resultados”, “Discussão”, (ou “Resultados e Discussão”), “Conclusões” e “Referências”. Na redação não deve ser empregada a primeira pessoa e o estilo a ser adotado deve ser objetivo e sóbrio, compatível com o recomendável para um texto científico.

4.10. Deverá ser evitada a subdivisão do texto em um grande número de subtítulos ou itens, admitindo-se um máximo de cabeçalhos de terceira ordem.

4.11. O conteúdo do trabalho deve ser submetido a criteriosa revisão ortográfica.

4.12. Termos grafados em itálico ou negrito poderão ser utilizados no corpo do artigo.

4.13. As discussões deverão ser submetidas no máximo até 6 (seis) meses após a publicação do Artigo, NotaTécnica ou Revisão da Literatura.

4.14. Somente serão aceitos trabalhos em português Brasil.

## 5. Figuras e ilustrações

As figuras e ilustrações devem observar os seguintes critérios:

- 5.1. Os arquivos das figuras e ilustrações, sem bordas ao redor, devem ser inseridas no arquivo do texto, de maneira que possam ser editados por meio do MS Word for Windows.
- 5.2. Os textos e legendas não devem ficar muito pequenos ou muito grandes em relação à figura.
- 5.3. As figuras devem ser intercaladas nos locais apropriados e apresentar um título.
- 5.4. A inclusão de fotografias não é aconselhável; porém, se os autores julgarem que são importantes para esclarecer aspectos relevantes do artigo, deverão ser inseridas em resolução mínima de 300 dpi.
- 5.5. Todos os gráficos, desenhos, figuras e fotografias devem ser denominados “Figura”, e numerados sequencialmente em algarismos arábicos. Toda figura deve ser mencionada no texto.
- 5.6 O número e título da Figura devem ser colocados centralizados, imediatamente abaixo da figura. O título deve ser claro e autoexplicativo.
- 5.7. As páginas internas da Revista são impressas em uma só cor, não sendo permitida, portanto, a adoção de cores na diferenciação das variáveis nos gráficos e diagramas.

## 6. Quadros e tabelas

Os quadros e tabelas deverão atender os seguintes critérios:

- 6.1. Os quadros e tabelas devem ser claros e objetivos, sem linhas de grade. As unidades correspondentes a todos os termos usados devem ser claramente identificadas.
- 6.2. Todos os quadros ou tabelas devem ser denominados “Quadro” ou “Tabela”, numerados sequencialmente em algarismos arábicos e mencionados no texto.
- 6.3. Cada quadro e tabela, além da numeração, deve possuir um título. O número e o título devem ser colocados centralizados, imediatamente acima do quadro ou tabela. O título deve ser claro e autoexplicativo.
- 6.4. Um quadro e uma tabela não poderão ser maiores do que uma folha A-4.
- 6.5. Quadros e tabelas devem aparecer, preferencialmente, intercalados nos locais apropriados do texto, a critério do autor.
- 6.6. As páginas internas da Revista são impressas em uma só cor, não sendo permitida, portanto, a adoção de cores na diferenciação das variáveis nos quadros e tabelas.

## 7. Equações

As equações podem ser editadas pela equipe responsável pela diagramação. Portanto, os seguintes critérios devem ser satisfeitos:

- 7.1. As equações devem ser claras e legíveis, e escritas com a mesma fonte do corpo do texto, sem a utilização de itálico ou negrito.
- 7.2. As equações e fórmulas devem ser denominadas “Equação” e numeradas sequencialmente em algarismos arábicos. A numeração à direita da equação deve ser entre parênteses. Todas as equações devem ser mencionadas no texto.
- 7.3. Todos os símbolos usados devem ser definidos imediatamente após a equação (caso não tenham sido definidos anteriormente), incluindo as suas unidades ou dimensões.

## 8. Unidades

- 8.1. Todas as unidades mencionadas no texto, tabelas, quadros e figuras devem ser expressas de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).
- 8.2. Deve-se evitar o uso da barra de fração na expressão das unidades. Exemplo: Ao invés de mg/L ou m<sup>3</sup>/s, deve-se utilizar mg.L<sup>-1</sup> e m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

## 9. Referências

As referências citadas no texto e listadas ao final do artigo deverão estar de acordo com a norma NBR 6023/2002. A título de esclarecimento são apresentadas algumas diretrizes:

9.1. As referências citadas no texto devem conter o sobrenome do(s) autor(es), em caixa alta, seguidos pelo ano da publicação, observando-se os seguintes critérios:

9.1.1. Quando houver mais de um trabalho, as citações devem ser em ordem alfabética.

9.1.2. Trabalhos com mais de três autores devem ser referenciados ao primeiro autor, seguido por “*et al.*” (em itálico e com ponto).

9.1.3. Quando houver mais de uma publicação do mesmo autor, no mesmo ano, o ano da publicação deve ser seguido dos componentes “a, b, c...”, em ordem alfabética.

Exemplos: ... estudos efetuados por Silva (1994a, 1994b) e por Machado *et al.* (1995a) revelaram...; ... estudos recentes (SOUZA,1993; SILVA, WILSON e OLIVEIRA, 1994; MACHADO *et al.*, 1995b) revelaram...

9.2. Ao final do trabalho deverá ser apresentada uma lista de todas as referências citadas no texto, de acordo com os seguintes critérios, entre outros:

9.2.1. As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, de acordo com o sobrenome do primeiro autor.

9.2.2. Devem ser referenciados todos os autores (independentemente do número de autores) pelo sobrenome seguido pelas iniciais de cada autor, separados por vírgulas.

Exemplo: SMITH, P.J.; WATSON, L.R.M.; GREEN, C.M...

9.2.3. O título do periódico referenciado deverá ser apresentado em itálico. As indicações de volume, número e página deverão ser identificados pela letra inicial (“v”, “n” ou “p”), seguida de ponto. Não devem ser utilizadas aspas antes e depois do título do trabalho.

Exemplo: JEWELL, W.J.; NELSON, Y.M.; WILSON, M.S. Methanotrophic bacteria for nutrient removal from wastewater: attached film systems. *Water Environment Research*, v. 64, n. 6, 1992, p. 756-65.

9.2.4. O título do livro deve ser apresentado em itálico. Devem ser incluídos a edição, o local, a editora, o número de páginas e a data.

Exemplo: FRANÇA, J.L.; VASCONCELOS A.C. *Manual para Normalização de Publicações Técnico-Científicas*. 8 ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2007, 255 p.

9.2.5. Em capítulos de livros e trabalhos de congressos, a obra principal (título do livro ou denominação do congresso) é referenciada em itálico e vem precedida da expressão “In”.

Exemplos: Anais - CAIXINHAS, R.D. Avaliação do impacto ambiental de empreendimentos hidro-agrícolas. In: *Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 5 Anais...* Lisboa: APRH, 1992, p. 203-11.

Capítulo de Livro - KUKOR, J.J.; OLSEN, R.H.; IVES, K. Diversity of toluene degradation following exposure to BTEX in situ. In: KAMELY, D.; CHAKABARTY, A.; OLSEN, R.H. (Eds.) *Biotechnology and Biodegradation*. Portfolio Publishing Company, The Woodlands, E.U.A.,1989, p. 405-421.

## 10. Julgamento

10.1. Após avaliação prévia realizada pelos Editores da Revista, se considerado pertinente, cópias da contribuição, sem identificação dos autores, serão enviadas a pelo menos dois avaliadores, especialistas da área, indicados pelos Editores.

10.2. Em qualquer etapa de julgamento do trabalho, serão levados em consideração a obediência às disposições regulamentares, o relacionamento do tema à Engenharia Sanitária e Ambiental, adequação do título, do resumo e das palavras-chave, existência de encadeamento lógico, ineditismo e qualidade da contribuição.

10.3. Na análise dos editores e dos avaliadores a contribuição será classificada segundo uma das seguintes categorias:

- Aceito
- Revisões requeridas
- Rejeitar

### **11. Comunicação aos autores**

O autor principal será comunicado do resultado da avaliação e no caso de artigos recusados, receberão as devidas justificativas.

### **12. Número de autores**

O número de autores permitido para cada submissão é de até cinco. Casos excepcionais enviar email para [esa@abes-dn.org.br](mailto:esa@abes-dn.org.br) para consulta.

### **13. Responsabilidades e direitos**

O conteúdo dos artigos é de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es), que declaram se responsabilizar por qualquer reclamação de terceiros quanto a conflitos envolvendo direitos autorais, assumindo e isentando a ESA/ABES de qualquer pendência envolvendo suas publicações. Os autores que encaminharem seus artigos cedem à ESA/ABES os respectivos direitos de reprodução e/ou publicação. Os casos omissos serão resolvidos pelos editores do periódico.