

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ  
GUSTAVO BASTIANI OWSIANY**

**ESTUDO E VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PROJETO DE ENERGIA  
FOTOVOLTAICA EM AVIÁRIOS DE UMA PROPRIEDADE RURAL NA CIDADE  
DE CASCAVEL - PR**

**CASCAVEL**

**2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ  
GUSTAVO BASTIANI OWSIANY**

**ESTUDO E VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PROJETO DE ENERGIA  
FOTOVOLTAICA EM AVIÁRIOS DE UMA PROPRIEDADE RURAL NA CIDADE  
DE CASCAVEL - PR**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz para elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso.

**Orientador: Prof. Msc. Gilson Debastiani.**

**CASCAVEL**

**2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ  
GUSTAVO BASTIANI OWSIANY**

**ESTUDO E VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PROJETO DE  
ENERGIA FOTOVOLTAICA EM AVIÁRIOS DE UMA PROPRIEDADE RURAL NA  
CIDADE DE CASCAVEL - PR**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Elétrica, do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, sob orientação do Professor Gilson Debastiani.

**BANCA EXAMINADORA**



\_\_\_\_\_  
Gilson Debastiani  
Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz  
Físico, Prof. Me.



\_\_\_\_\_  
Helder José Costa Carozzi  
Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz  
Engenheiro de Telecomunicações, Prof. Me.



\_\_\_\_\_  
Válio da Maia  
Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz  
Engenheiro Eletricista, Prof. Me.

Cascavel, 04 de dezembro de 2018.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Edson e Janete, meus maiores exemplos, que não mediram esforços para me proporcionar a melhor formação.

.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por todas as bênçãos a mim concedidas.

Aos meus pais, Edson e Janete, e a minha irmã, Nicoli, pelo amor incondicional, apoio, incentivo e por sempre acreditarem em mim. Obrigado pela educação e valores ensinados, que foram responsáveis por moldar o meu caráter.

A minha namorada e melhor amiga, Gabriela, o melhor presente que a faculdade me deu. Agradeço pelo carinho, amor, compreensão, ajuda e por sempre estar ao meu lado me apoiando e incentivando. Obrigado por ser meu refúgio em todos os momentos, principalmente os difíceis. Você é maravilhosa.

Ao meu orientador, professor Gilson Debastiani, que não mediu esforços em transmitir todo o seu conhecimento. Agradeço pelo suporte, paciência e tempo dedicado durante este trabalho.

Aos amigos que a faculdade me concedeu, pelo companheirismo, ajuda e trocas de informações durante estes cinco anos.

A todos meus amigos e familiares que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação.

## RESUMO

A crescente demanda energética e a preocupação com o desenvolvimento sustentável resultaram na busca pela substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis, na geração de energia elétrica. Por mais que a matriz elétrica brasileira seja predominantemente hidráulica e, apesar de sua grande disponibilidade hídrica, os reservatórios, quando baixos, fazem com que o Operador Nacional do Sistema (ONS) acione as termelétricas, causando aumento do custo na geração. A energia solar passou a apresentar grande notoriedade nos últimos anos, em função de o país possuir um grande potencial solar e legislação que permita sua geração, em especial, de forma distribuída. O presente trabalho teve como finalidade dimensionar uma usina fotovoltaica, conectada à rede da concessionária, para atender uma propriedade rural na cidade de Cascavel – PR, composta por três aviários e verificar a viabilidade do projeto. O consumo de energia elétrica da propriedade foi levantado a partir das tarifas de energia da concessionária no período de 12 meses, que compreendeu, de junho de 2017 a maio de 2018. A radiação solar da propriedade foi fornecida pelo *software* METEONORM® e o dimensionamento da planta fotovoltaica foi realizado pelo *software* PVsyst® e foi dividido em dois cenários: um, para atender 100% do consumo energético e o outro, para atender aproximadamente 64% do consumo energético ou apenas a tarifa rural, já que a propriedade participa do Programa de Tarifa Rural Noturna, que concede descontos na tarifa no período noturno. Foi realizado um orçamento junto a empresa BioWatts Energia Solar para verificar o investimento necessário para a implantação da usina fotovoltaica, valor este de referência para determinação da viabilidade financeira em ambos os cenários. No primeiro cenário, o investimento foi de R\$ 377.165,26, apresentando um payback de 9 anos e 4 meses. Já no segundo cenário, o investimento foi de R\$ 262.754,42, nos apresentando o retorno do investimento após 8 anos e 3 meses.

**Palavras-chave:** Energia Elétrica. Usina Fotovoltaica. Desenvolvimento Sustentável. Viabilidade.

## ABSTRACT

The growing energy demand and the concern for sustainable development resulted in the search for the replacement of fossil fuels by renewable sources in the generation of electric energy. Although the Brazilian electrical matrix is predominantly hydraulic and despite its high water availability, the reservoirs when low, cause the National System Operator (ONS) to power the thermoelectric plants, causing a cost increase in generation. Solar energy has become very well known in recent years, as the country has a great solar potential and legislation that allows its generation, especially in a distributed way. The present work had the purpose of designing a photovoltaic power plant connected to the concessionaire's network to service a rural property in the city of Cascavel - PR, composed of three aviaries and verify the viability of the project. The electricity consumption of the property was raised from the concessionaire's power tariffs in the 12-month period, which comprised from June 2017 to May 2018. The solar radiation from the property was provided by the METEONORM® software and the sizing of the plant photovoltaic system was performed by PVsyst® software and was divided into two scenarios, one to meet 100% of energy consumption and the other to meet approximately 64% of the energy consumption or only the rural tariff, since the property participates in the Rural Night Tariff Program, which grants discounts on the overnight rate. A budget was made with the company BioWatts Solar Energy to verify the investment required for the implementation of the photovoltaic plant, which is the reference value for determining the financial viability in both scenarios. In the first scenario, the investment was of R\$ 377,165.26, presenting a 9-year payback of 4 months. In the second scenario, the investment was R\$ 262,754.42, presenting us the return on investment after 8 years and 3 months.

**Keywords:** Electric Power. Photovoltaic power plant. Sustainable development. Viability.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.1 – Oferta interna de energia no Brasil – 2017 (%) .....                                 | 19 |
| Figura 2.2 – Oferta interna de energia elétrica – 2017 (%) .....                                  | 21 |
| Figura 2.3 – Comparação do potencial energético solar em relação a outras fontes de energia ..... | 25 |
| Figura 2.4 – Representação das estações do ano e do movimento da Terra em torno do Sol ..         | 26 |
| Figura 2.5 – Média anual da radiação solar global incidente no território brasileiro .....        | 27 |
| Figura 2.6 – Mapa de radiação solar no Estado do Paraná.....                                      | 28 |
| Figura 2.7 – Exemplo de sistema híbrido .....   | 30 |
| Figura 2.8 – Sistema fotovoltaico conectado à rede.....   | 31 |
| Figura 2.9 – Associação dos módulos fotovoltaicos em série .....                                  | 32 |
| Figura 2.10 – Associação dos módulos fotovoltaicos em paralelo.....                               | 33 |
| Figura 2.11 – Processos para definição do preço da tarifa .....                                   | 35 |
| Figura 3.1 – Localização da propriedade rural onde será realizado o estudo.....                   | 39 |
| Figura 3.2 – Aviário 1 .....  | 40 |
| Figura 3.3 – Aviário 3 .....  | 41 |
| Figura 3.4 – Telhado para instalação dos módulos fotovoltaicos .....                              | 41 |
| Figura 4.1 – Tarifa Rural .....   | 44 |
| Figura 4.2 – Tarifa rural noturna.....  | 44 |
| Figura 4.3 – Radiação solar da propriedade .....  | 46 |
| Figura 4.4 – Inclinação dos painéis a partir da latitude .....                                    | 47 |
| Figura 4.5 – Inclinação escolhida dos módulos.....  | 47 |
| Figura 4.6 – Pré-dimensionamento do projeto fotovoltaico .....                                    | 48 |
| Figura 4.7 – Pré-dimensionamento do aviário 1.....  | 49 |
| Figura 4.8 – Planta fotovoltaica do aviário 1.....  | 50 |
| Figura 4.9 – Faixa de potência do inversor do aviário 1 .....                                     | 51 |
| Figura 4.10 – Planta fotovoltaica do aviário 3.....   | 53 |
| Figura 4.11 – Faixa de potência do inversor do aviário 3 .....                                    | 54 |
| Figura 4.12 – Planta fotovoltaica parcial do aviário 1 .....                                      | 56 |
| Figura 4.13 – Faixa de potência do aviário 1 parcial.....   | 57 |
| Figura 4.14 – Planta fotovoltaica parcial do aviário 3.....                                       | 59 |
| Figura 4.15 – Faixa de potência do aviário 3 parcial.....   | 60 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 2.1 – Oferta Interna de Energia no Brasil e no Mundo (% e tep) .....         | 17 |
| Tabela 2.2 – Oferta Interna de Energia Elétrica no Brasil e no Mundo (% e TWh)..... | 18 |
| Tabela 2.3 – Oferta Interna de Energia (OIE).....                                   | 20 |
| Tabela 2.4 – Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE).....                         | 21 |
| Tabela 4.1 – Consumo de energia elétrica total da propriedade .....                 | 45 |
| Tabela 4.2 – Dimensionamento total .....  | 54 |
| Tabela 4.3 – Consumo de energia elétrica da tarifa rural .....                      | 55 |
| Tabela 4.4 – Dimensionamento parcial .....  | 60 |
| Tabela 4.5 – Orçamento do dimensionamento total .....                               | 61 |
| Tabela 4.6 – Conta de energia elétrica total da propriedade.....                    | 62 |
| Tabela 4.7 – <i>Payback</i> descontado total.....                                   | 63 |
| Tabela 4.8 – Orçamento do dimensionamento parcial .....                             | 63 |
| Tabela 4.9 – Conta de energia elétrica parcial da propriedade .....                 | 64 |
| Tabela 4.10 – <i>Payback</i> descontado parcial .....                               | 65 |

## LISTA DE EQUAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Equação 2.1 – Cálculo do <i>payback</i> descontado..... | 37 |
|---|----|

## LISTA DE ABREVIATURAS

|                |   |
|----------------|---|
| ANEEL          | Agência Nacional de Energia Elétrica                      |
| BEN            | Balanço Energético Nacional                               |
| BIG            | Banco de Informações de Geração                           |
| CA             | Corrente Alternada  |
| CC             | Corrente Contínua   |
| CGH            | Central Geradora Hidrelétrica                             |
| CGU            | Central Geradora Undi-elétrica                            |
| COFINS         | Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social    |
| COPEL          | Companhia Paranaense de Energia S.A.                      |
| EOL            | Usinas Elioelétricas                                      |
| GD             | Geração Distribuída                                       |
| GWh            | Gigawatt-hora   |
| ICMS           | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços        |
| kW             | Quilowatt   |
| kWh            | Quilowatt-hora  |
| kWp            | Quilowatt-pico  |
| m <sup>2</sup> | Metro Quadrado  |
| mm             | Milímetro   |
| Mtep           | Mega Tonelada Equivalente de Petróleo                     |
| MW             | Mega Watt   |
| NTC            | Norma Técnica Copel                                       |
| OCDE           | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico |
| OIE            | Oferta Interna de Energia                                 |
| OIEE           | Oferta Interna de Energia Elétrica                        |
| ONS            | Operador Nacional do Sistema                              |
| PCH            | Pequenas Centrais Hidrelétricas                           |
| tep            | Tonelada Equivalente de Petróleo                          |
| TRN            | Tarifa Rural Noturna                                      |
| TWh            | Terawatt-hora   |
| UC             | Unidade Consumidora                                       |
| UFV            | Central Geradora Fotovoltaica                             |

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| UHE | Usinas Hidrelétricas          |
| UTE | Central Geradora Termelétrica |
| UTN | Usinas Termonucleares         |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                 | <b>15</b> |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                      | <b>17</b> |
| 2.1 MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL .....                       | 17        |
| 2.2 SISTEMA ENERGÉTICO BRASILEIRO.....                    | 19        |
| 2.3 MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA .....           | 20        |
| 2.4 FONTES RENOVÁVEIS NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA..... | 22        |
| 2.4.1 Energia Hidráulica.....                             | 23        |
| 2.4.2 Energia Eólica.....                                 | 23        |
| 2.4.3. Energia Solar .....                                | 24        |
| 2.4.3.1 Radiação Solar.....                               | 25        |
| 2.4.3.2 Radiação Solar no Brasil .....                    | 27        |
| 2.4.3.3 Sistema Fotovoltaico .....                        | 29        |
| 2.5 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA .....                             | 33        |
| 2.6 TARIFAÇÃO E TRIBUTOS DA ENERGIA ELÉTRICA .....        | 34        |
| 2.6.1 Tarifa Rural.....                                   | 36        |
| 2.7 MÉTODOS CONVENCIONAIS DE RETORNO.....                 | 36        |
| 2.7.1 <i>Payback</i> Simples .....                        | 37        |
| 2.7.2 <i>Payback</i> Descontado.....                      | 37        |
| <b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>                        | <b>39</b> |
| 3.1 PROPRIEDADE RURAL .....                               | 39        |
| 3.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA .....                     | 42        |
| 3.3 DIMENSIONAMENTO.....                                  | 42        |
| 3.4 RETORNO DO INVESTIMENTO .....                         | 43        |
| <b>4 RESULTADOS.....</b>                                  | <b>44</b> |
| 4.1 DIMENSIONAMENTO TOTAL .....                           | 45        |
| 4.1.1 Aviário 1 .....                                     | 49        |
| 4.1.2 Aviário 2 .....                                     | 52        |
| 4.1.3 Aviário 3 .....                                     | 52        |
| 4.2 DIMENSIONAMENTO PARCIAL.....                          | 55        |
| 4.2.1 Aviário 1 .....                                     | 56        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2.2 Aviário 2 .....  | 58        |
| 4.2.3 Aviário 3 .....  | 58        |
| 4.3 CÁLCULO PARA RETORNO DO INVESTIMENTO .....                       | 61        |
| 4.3.1 Retorno do Dimensionamento Total .....                         | 61        |
| 4.3.2 Retorno do Dimensionamento Parcial .....                       | 63        |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>  | <b>66</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>68</b> |
| <b>APÊNDICE A – DIMENSIONAMENTO AVIÁRIO 1 E 2 E PARCIAL 3 .....</b>  | <b>72</b> |
| <b>APÊNDICE B – DIMENSIONAMENTO TOTAL AVIÁRIO 3.....</b>             | <b>75</b> |
| <b>APÊNDICE C – DIMENSIONAMENTO PARCIAL AVIÁRIO 1 E 2 .....</b>      | <b>78</b> |
| <b>ANEXO A – ORÇAMENTO TOTAL AVIÁRIO 1 E 2 E PARCIAL AVIÁRIO 3..</b> | <b>81</b> |
| <b>ANEXO B – ORÇAMENTO TOTAL AVIÁRIO 3.....</b>                      | <b>84</b> |
| <b>ANEXO C – ORÇAMENTO PARCIAL AVIÁRIO 1 E 2.....</b>                | <b>87</b> |
| <b>ANEXO D – TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA DO AVIÁRIO 1.....</b>        | <b>90</b> |
| <b>ANEXO E – TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA DO AVIÁRIO 2.....</b>        | <b>91</b> |
| <b>ANEXO F – TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA DO AVIÁRIO 3 .....</b>       | <b>92</b> |
| <b>ANEXO G – TABELA DE DIMENSIONAMENTO DA NTC 901100.....</b>        | <b>93</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Além de sobreviver, o homem sempre procurou evoluir, descobrindo formas alternativas de adaptação ao ambiente para atender suas necessidades. Neste contexto é que a energia, nas suas mais diversas formas, tornou-se indispensável à sobrevivência da espécie humana. Assim a eletricidade, a forma mais versátil e conveniente de energia, passou a ser considerada um recurso indispensável e estratégico para o desenvolvimento socioeconômico de muitos países (ANEEL, 2002).

De acordo com Pereira (2006), após a Revolução Industrial, o crescimento do consumo de energia mais que triplicou. A aceleração das alterações climáticas e ambientais, devido ao progresso tecnológico e avanço no desenvolvimento humano, resultaram no aumento da demanda e consumo de energia.

No século XX, foram os combustíveis fósseis, como petróleo e carvão mineral que constituíam uma oferta farta de energia, dando base ao crescimento e transformações da economia mundial. Porém, o cenário mudou e, nos primeiros anos do atual século, surgiu a necessidade do desenvolvimento sustentável, a partir da substituição das fontes tradicionais por recursos menos agressivos ao meio ambiente (ANEEL, 2008).

Com a crescente demanda energética, devido ao aumento populacional e ao consumo de combustíveis fósseis, ficou iminente a adoção de um sistema de geração de energia que seja total ou parcialmente limpo, com o intuito de minimizar os impactos sobre o meio ambiente (KEMERICH *et al.*, 2016). Para Pinto (2015), as fontes de energias renováveis podem contribuir com a redução das emissões de gases de efeito estufa, destacando entre elas, a energia hidrelétrica, geotérmica, eólica, energia da biomassa, oceânica e solar fotovoltaica.

Por mais que o Brasil possua uma enorme disponibilidade hídrica, sendo a base energética girando em torno das hidrelétricas, o nível dos reservatórios está baixo. Assim, as soluções que se destacam, são baseadas em fontes de energia inesgotáveis, ficando em evidência a energia solar. Devido ao elevado potencial solar que existe no Brasil, logo a energia solar pode ser uma complementação interligada nas redes elétricas (KEMERICH *et al.*, 2016).

Devido a sua localização geográfica, o Brasil possui grande potencial para a geração de energia, através de painéis solares fotovoltaicos. E com a instalação deste sistema, reduz a necessidade da utilização de fontes não renováveis, aliviando a demanda pela convencional geração de energia fornecida por usinas hidrelétricas (PINTO, 2015).

Conforme destacam Iguma e Prodoximo (2017), só no primeiro quadrimestre de 2017, a energia elétrica, paga pelos avicultores, sofreu reajuste de 5,56%, elevando, desta forma, os custos de produção.

O projeto tem como ideia principal, a partir do estudo das características geográficas e físicas e do levantamento do consumo médio mensal e anual, junto aos dados da concessionária de energia elétrica local - COPEL, dimensionar um projeto fotovoltaico conectado à rede, para atender o consumo de energia elétrica em três aviários de uma propriedade rural localizada na comunidade Colônia Melissa, no interior da cidade de Cascavel – Paraná.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL

Segundo Ribeiro (2016), a matriz energética é definida como a quantidade de energia que tem disponível em um país, seja de origem renovável ou não renovável. De acordo com a disponibilidade de recursos e a viabilidade econômica, a matriz energética é definida como o agrupamento de fontes de energia que um país prioriza a fim de captar, distribuir e utilizar essa energia nos setores industriais, residências e comerciais.

As matrizes energéticas do Brasil e do mundo apresentaram significativas mudanças da década de 1970, até os dias de hoje. No Brasil, houve um aumento na participação da energia hidráulica, do gás natural e da bioenergia líquida, o bloco da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) obteve um crescimento de gás natural e energia nuclear, enquanto nos outros países, destaca o crescimento do gás natural, sendo ele, o ponto de semelhança entre eles. A tabela 2.1 mostra a diferença da oferta de energia do Brasil e do mundo no ano de 1973 e no ano de 2017 (BRASIL, 2018).

Tabela 2.1 – Oferta Interna de Energia no Brasil e no Mundo (% e tep)

| FONTE                       | BRASIL      |             | OCDE       |             | OUTROS     |             | MUNDO       |             |
|-----------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                             | 1973        | 2017        | 1973       | 2017        | 1973       | 2017        | 1973        | 2017        |
| Derivados do Petróleo       | 45,6        | 36,2        | 52,6       | 35,9        | 29,9       | 25,8        | 46,1        | 32,0        |
| Gás Natural                 | 0,4         | 12,9        | 18,9       | 27,6        | 12,9       | 20,4        | 16          | 22,4        |
| Carvão Mineral              | 3,2         | 5,6         | 22,6       | 16,5        | 31,1       | 35,3        | 24,6        | 26,5        |
| Urânio                      | 0           | 1,4         | 1,3        | 9,7         | 0,2        | 2,3         | 0,9         | 5,0         |
| Hidro                       | 6,1         | 11,9        | 2,1        | 2,3         | 1,2        | 2,5         | 1,8         | 2,5         |
| Outras não Renováveis       | 0           | 0,6         | 0          | 0,5         | 0          | 0,1         | 0           | 0,3         |
| Outras Renováveis           | 44,8        | 31,2        | 2,5        | 7,7         | 24,7       | 13,6        | 10,6        | 11,3        |
| Biomassa Sólida             | 44,3        | 23,9        | 2,4        | 4,2         | 24,7       | 12,0        | 10,5        | 8,9         |
| Biomassa Líquida            | 0,5         | 6,1         | 0          | 1,02        | 0          | 0,19        | 0           | 0,63        |
| Eólica                      | 0           | 1,24        | 0          | 1,12        | 0          | 0,41        | 0           | 0,69        |
| Solar                       | 0           | 0,024       | 0          | 0,64        | 0          | 0,48        | 0           | 0,52        |
| Geotérmica                  | 0           | 0           | 0,16       | 0,64        | 0          | 0,53        | 0,1         | 0,55        |
| <b>Total (%)</b>            | <b>100</b>  | <b>100</b>  | <b>100</b> | <b>100</b>  | <b>100</b> | <b>100</b>  | <b>100</b>  | <b>100</b>  |
| <b>dos quais renováveis</b> | <b>50,8</b> | <b>43,2</b> | <b>4,6</b> | <b>10,0</b> | <b>26</b>  | <b>16,1</b> | <b>12,5</b> | <b>13,8</b> |

Fonte: BRASIL (2018). Adaptada pelo Autor.

A tabela 2.1 ressalta que, por mais que os derivados de petróleo ainda sejam a principal fonte de energia, houve uma grande diminuição de sua participação nos dias de hoje.

Essa redução no percentual participativo do petróleo e seus derivados na matriz energética, reflete o esforço da substituição desses produtos, principalmente em função de seus preços. Com relação à presença de fontes renováveis na matriz energética em 2017, o mundo ainda não apresentou um indicador muito elevado, ficando apenas com 13,8% deste total da matriz energética, enquanto o Brasil possui uma notável vantagem, registrando 43,2% de participação (BRASIL, 2018).

Com relação a matriz elétrica, o Brasil e o Mundo apresentaram redução de participações do petróleo e da energia hidráulica em suas matrizes de oferta interna de energia elétrica (OIEE) dos últimos 44 anos, destacando a redução significativa do petróleo e derivados de 24,6% em 1973 para 3,8% em 2017. A tabela 2.2 mostra a OIEE no Brasil e no Mundo (BRASIL, 2018).

Tabela 2.2 – Oferta Interna de Energia Elétrica no Brasil e no Mundo (% e TWh)

| FONTE                       | BRASIL      |             | OCDE        |               | OUTROS       |               | MUNDO        |               |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
|                             | 1973        | 2017        | 1973        | 2017          | 1973         | 2017          | 1973         | 2017          |
| Petróleo e Derivados        | 7,2         | 2,0         | 25,4        | 1,6           | 23,1         | 5,6           | 24,6         | 3,8           |
| Gás Natural                 | 0,5         | 10,5        | 11,6        | 29,0          | 14,2         | 21,5          | 12,2         | 24,5          |
| Carvão Mineral              | 1,7         | 2,6         | 37,9        | 25,0          | 40,9         | 46,5          | 38,3         | 36,0          |
| Urânio                      | 0           | 2,5         | 4,2         | 17,9          | 0,9          | 5,0           | 3,3          | 10,6          |
| Hidro                       | 89,4        | 65,2        | 20,5        | 12,9          | 19,3         | 16,5          | 21           | 16,1          |
| Outras não Renováveis       | 0           | 2,0         | 0           | 0,4           | 0            | 0,1           | 0,1          | 0,2           |
| Outras Renováveis           | 1,2         | 15,1        | 0,3         | 13,2          | 1,6          | 4,8           | 0,6          | 8,8           |
| Biomassa Sólida             | 1,2         | 8,2         | 0,2         | 3,0           | 1,6          | 0,9           | 0,5          | 2,0           |
| Eólica                      | 0           | 6,8         | 0           | 7,5           | 0            | 2,8           | 0            | 4,9           |
| Solar                       | 0           | 0,13        | 0           | 2,4           | 0            | 0,9           | 0            | 1,5           |
| Geotérmica                  | 0           | 0           | 0,1         | 0,4           | 0            | 0,2           | 0,1          | 0,3           |
| <b>Total (%)</b>            | <b>100</b>  | <b>100</b>  | <b>100</b>  | <b>100</b>    | <b>100</b>   | <b>100</b>    | <b>100</b>   | <b>100</b>    |
| <b>dos quais renováveis</b> | <b>90,6</b> | <b>80,4</b> | <b>20,8</b> | <b>26,1</b>   | <b>20,9</b>  | <b>21,3</b>   | <b>21,5</b>  | <b>24,9</b>   |
| <b>Total (TWh)</b>          | <b>65</b>   | <b>624</b>  | <b>4,72</b> | <b>10.976</b> | <b>1.579</b> | <b>13.578</b> | <b>6.115</b> | <b>25.181</b> |
| <b>% do mundo</b>           | <b>1,1</b>  | <b>2,5</b>  | <b>73,1</b> | <b>43,6</b>   | <b>25,8</b>  | <b>53,9</b>   |              |               |

Fonte: BRASIL (2018). Adaptada pelo Autor.

A tabela 2.2 mostra uma oferta de energia elétrica mundial um pouco diversificada, porém, com a predominância dos combustíveis fósseis, em especial, o carvão mineral e o gás natural. A participação das fontes renováveis apresenta um percentual bem baixo, com exceção da fonte hidráulica (BRASIL, 2018).

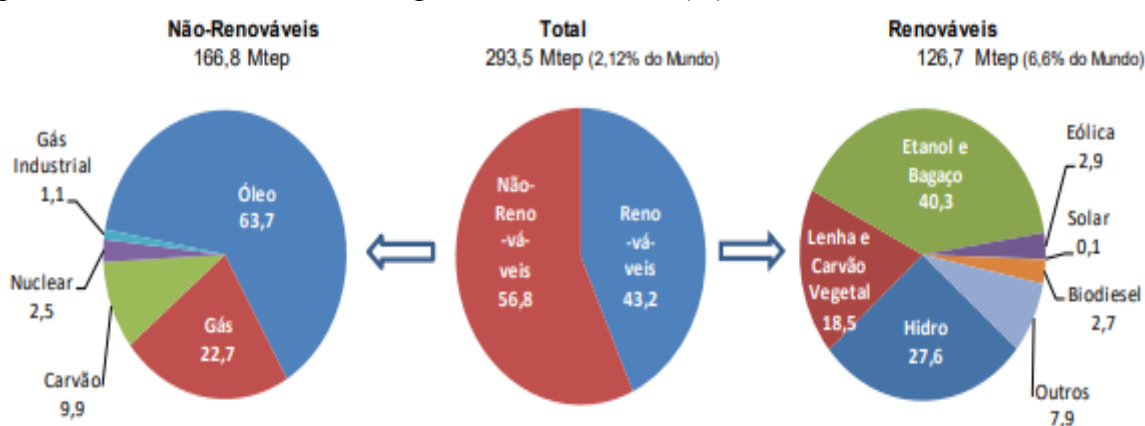
## 2.2 SISTEMA ENERGÉTICO BRASILEIRO

Desde a década de 90, o setor de energia elétrica brasileiro passou por duas grandes mudanças, primeiro com a privatização das companhias operadoras, instituindo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e determinando que a exploração dos potenciais hidráulicos fosse concedida por concorrência ou leilão, em que o maior valor oferecido pelo uso do bem, determinaria o vencedor. Já em 2004, ocorreu a segunda mudança com a introdução do Novo Modelo do Setor Elétrico, com a finalidade de promover a modicidade tarifária, garantir a segurança no suprimento e promover a inserção social, sendo que uma das principais alterações foi que o vencedor dos leilões seria o investidor que oferecesse o menor preço para a venda da produção das usinas (ANEEL, 2008).

Segundo ANEEL (2002), o Brasil possui um dos maiores potenciais energéticos do mundo, com cerca de 8,5 milhões de quilômetros quadrados e mais de 7 mil quilômetros de litoral, sendo que os potenciais hidráulicos, biomassa, força dos ventos e irradiação solar são abundantes para garantir a produção, suficiente para as necessidades energéticas do país, compensando as reservas, relativamente reduzidas de combustíveis fósseis.

Em 2017, a Oferta Interna de Energia (OIE) foi de 293,5 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo), ou 293,5 Mtep, equivalente a 2,12% da energia mundial, com um crescimento de 1,8 em comparação com 2016. A figura 2.1 mostra a matriz energética brasileira com a notável participação das fontes renováveis de energia, com um percentual de 43,2%. Das fontes renováveis, o destaque é o etanol e o bagaço, com 40,3% de participação, enquanto das fontes não renováveis, o óleo é a principal fonte com 63,7% de participação (BRASIL, 2018).

Figura 2.1 – Oferta interna de energia no Brasil – 2017 (%)



Fonte: BRASIL (2018).

A tabela 2.3 mostra a OIE em mil tep, a porcentagem da estrutura e a variação das fontes dos anos de 2016 e 2017.

Tabela 2.3 – Oferta Interna de Energia (OIE)

| ESPECIFICAÇÃO               | mil tep        |                | 17/16 %    | Estrutura % |             |
|-----------------------------|----------------|----------------|------------|-------------|-------------|
|                             | 2016           | 2017           |            | 2016        | 2017        |
| <b>NÃO RENOVÁVEL</b>        | <b>162.975</b> | <b>166.808</b> | <b>2,4</b> | <b>56,5</b> | <b>56,8</b> |
| Petróleo e Derivados        | 105.354        | 106.276        | 0,9        | 36,5        | 36,2        |
| Gás Natural                 | 35.569         | 37.938         | 6,7        | 12,3        | 12,9        |
| Carvão Mineral e Derivados  | 15.920         | 16.570         | 4,1        | 5,5         | 5,6         |
| Urânio (U3O8) e Derivados   | 4.211          | 4.193          | -0,4       | 1,5         | 1,4         |
| Outras não renováveis (*)   | 1.921          | 1.831          | -4,7       | 0,7         | 0,6         |
| <b>RENOVÁVEL</b>            | <b>125.345</b> | <b>126.685</b> | <b>1,1</b> | <b>43,5</b> | <b>43,2</b> |
| Hidráulica e Eletricidade   | 36.265         | 35.023         | -3,4       | 12,6        | 11,9        |
| Lenha e Carvão Vegetal      | 23.095         | 23.424         | 1,4        | 8           | 8,0         |
| Derivados da Cana de açúcar | 50.318         | 51.116         | 1,6        | 17,5        | 17,4        |
| Outras Renováveis           | 15.667         | 17.122         | 9,3        | 5,4         | 5,8         |
| <b>Total</b>                | <b>288.319</b> | <b>293.492</b> | <b>1,8</b> | <b>100</b>  | <b>100</b>  |

(\*) Gás industrial de alto forno, aciaria, coqueria, enxofre e de refinaria.

Fonte: BRASIL (2018). Adaptada pelo Autor.

Na tabela 2.3, nota-se o aumento da participação do gás natural em 2017 com relação a 2016 e, mesmo com o pequeno aumento da participação das fontes renováveis de energia, as demais fontes como solar e eólica apresentaram um expressivo aumento de participação (BRASIL, 2018).

### 2.3 MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA

Em 2017, a oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) ficou em 624,3 TWh, 0,7% a mais que os 619,7 TWh registrados em 2016, tendo destaque a geração hidráulica, responsável por 65,2% do total. Destaca o aumento expressivo de 875,6% da energia solar, registrando 832 GWh em 2017, contra apenas 85 GWh em 2016. Houve aumento considerável de outras fontes, de 26,5% na oferta por eólica e 16,1% de gás natural. (BRASIL, 2018).

A tabela 2.4 mostra a variação das fontes renováveis e não renováveis entre 2016 e 2017.

Tabela 2.4 – Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE)

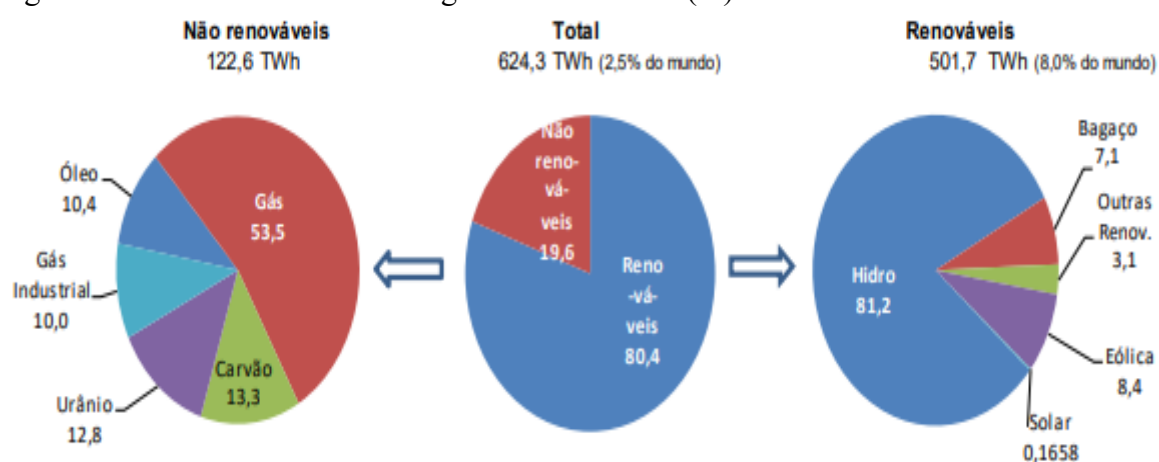
| ESPECIFICAÇÃO         | GWh            |                | 17/16 %    | Estrutura % |            |
|-----------------------|----------------|----------------|------------|-------------|------------|
|                       | 2016           | 2017           |            | 2016        | 2017       |
| Hidráulica            | 380.911        | 370.906        | -2,6       | 61,5        | 59,4       |
| Bagaço de Cana        | 35.236         | 35.655         | 1,2        | 5,7         | 5,7        |
| Eólica                | 33.489         | 42.373         | 26,5       | 5,4         | 6,8        |
| Solar                 | 85             | 832            | 875,6      | 0,01        | 0,13       |
| Outras Renováveis     | 15.805         | 15.617         | -1,2       | 2,6         | 2,5        |
| Óleo                  | 12.103         | 12.733         | 5,2        | 2,0         | 2,0        |
| Gás Natural           | 56.485         | 65.593         | 16,1       | 9,1         | 10,5       |
| Carvão                | 17.001         | 16.257         | -4,4       | 2,7         | 2,6        |
| Nuclear               | 15.864         | 15.739         | -0,8       | 2,6         | 2,5        |
| Outras não Renováveis | 11.920         | 12.257         | 2,8        | 1,9         | 2,0        |
| Importação            | 40.795         | 36.355         | -10,9      | 6,6         | 5,8        |
| <b>Total</b>          | <b>619.693</b> | <b>624.317</b> | <b>0,7</b> | <b>100</b>  | <b>100</b> |

Fonte: BRASIL (2018). Adaptada pelo Autor.

A contribuição das fontes renováveis na matriz de OIEE indicaram 1,3 pontos percentuais a menos que 2016, resultando em 80,4% de participação na matriz de OIEE em 2017. Dos 501,7 TWh das fontes renováveis, a geração hidráulica correspondeu a 81,2%, mostrando a dependência dessa fonte. Mesmo com a elevada taxa de crescimento da energia solar, essa fonte ainda é pouco expressiva na matriz (BRASIL, 2018).

Na figura 2.2 pode-se notar a predominância das fontes renováveis na matriz de OIEE.

Figura 2.2 – Oferta interna de energia elétrica – 2017 (%)



Fonte: BRASIL (2018).

A tabela 2.5 mostra a capacidade de geração do Brasil, bem como, a quantidade e potência dos empreendimentos em operação.

Tabela 2.5 – Capacidade de Geração do Brasil

| <b>Empreendimentos em Operação</b> |                   |                                |                                  |            |
|------------------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------|
| <b>Tipo</b>                        | <b>Quantidade</b> | <b>Potência Outorgada (kW)</b> | <b>Potência Fiscalizada (kW)</b> | <b>%</b>   |
| CGH                                | 693               | 693.762                        | 693.324                          | 0,43       |
| CGU                                | 1                 | 50                             | 50                               | 0          |
| EOL                                | 551               | 13.590.539                     | 13.567.743                       | 8,48       |
| PCH                                | 427               | 5.181.609                      | 5.148.998                        | 3,22       |
| UFV                                | 2.261             | 1.487.578                      | 1.408.778                        | 0,93       |
| UHE                                | 218               | 101.892.288                    | 97.075.157                       | 60,66      |
| UTE                                | 2.992             | 41.909.047                     | 40.086.389                       | 25,05      |
| UTN                                | 2                 | 1.990.000                      | 1.990.000                        | 1,24       |
| <b>Total</b>                       | <b>7.145</b>      | <b>166.744.873</b>             | <b>160.042.439</b>               | <b>100</b> |

Os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.

Fonte: ANEEL (2018). Adaptada pelo Autor.

Segundo o BIG (ANEEL, 2018), existem 7.145 empreendimentos em operação no Brasil, o que totaliza 160.042.439 kW de potência instalada, destacando a usina hidrelétrica com participação de 60,66%.

## 2.4 FONTES RENOVÁVEIS NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Fontes de energias renováveis são aquelas geradas a partir de processos e recursos naturais, podendo ser aproveitadas ao longo do tempo, sem possibilidade de esgotamento das fontes e, sendo uma alternativa ao uso de combustíveis fósseis. Incluem a energia solar, energia eólica, energia das marés, energia hidráulica, e várias formas de bioenergia (biomassa) (PORTAL SOLAR, 2017).

Para Dupont, Grassi e Romitti (2015), o uso de fontes renováveis de energia faz parte da história da humanidade, pois os primeiros aproveitamentos datam de vários séculos atrás. A crescente demanda por alternativas energéticas sustentáveis faz com que a aplicação das fontes sejam adaptadas e recebam melhorias tecnológicas para um melhor aproveitamento.

As fontes renováveis de energia permitem duas categorias de fornecimento de energia para as cargas, sendo sistemas que estão conectados diretamente à rede de distribuição de energia e sistemas autônomos, ou isolados, em que o sistema de geração fornece a energia necessária para as cargas (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

#### 2.4.1 Energia Hidráulica

Uma das primeiras formas de substituição do trabalho animal pelo mecânico, foi a partir da energia hidráulica, usada para o bombeamento de água e moagem de grãos (ANEEL, 2002).

A energia hidrelétrica é obtida através do aproveitamento do fluxo das águas em usinas hidrelétricas. As construções das usinas são feitas através de obras civis, que envolvem a construção da usina em si, a formação do reservatório e o desvio do rio. Tais obras são tão importantes quanto os equipamentos instalados na usina (ANEEL, 2008).

A construção das hidrelétricas causa impactos sociais e ambientais. Do lado social, ocorre o alagamento das propriedades, casas e áreas produtivas da população, enquanto que, do lado ambiente, acontece o alagamento de áreas florestais, ocasionando o desaparecimento do habitat natural dos animais (CAUS; MICHELS, 2014).

A classificação de uma usina hidrelétrica é feita a partir de alguns fatores interdependentes, onde a altura da queda d'água e a vazão dependem do local de construção e de qual será a capacidade instalada. E a partir disso, determina o tipo de turbina, a barragem e o reservatório (ANEEL, 2008).

As usinas hidrelétricas têm a classificação definida pela potência instalada, sendo uma, Central Geradora Hidrelétrica (CGH), se tiver até 1 MW de potência instalada, Pequena Central Hidrelétrica (PCH), se tiver entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada, e se possuir mais de 30 MW de potência instalada, é definida como uma Usina Hidrelétrica de Energia (UHE) (ANEEL, 2008).

Em consequência da abundância de recursos hídricos, custo relativamente baixo de produção e impactos ambientais inferiores em comparação as termoeletricas a carvão, o Brasil vem investindo na geração hidráulica. Contudo, com o uso predominante dessa geração, surgiram problemas, como os baixos níveis dos reservatórios de diversas hidrelétricas, fazendo com que tivessem que ser implantadas estratégias de emergência (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

#### 2.4.2 Energia Eólica

A energia eólica é denominada como a energia cinética contida na massa de ar em movimento, no caso, o vento. Para converter a energia cinética de translação do vento em

energia de rotação, são usadas turbinas eólicas, denominadas aerogeradores, sendo que, a captação de energia cinética pode ser feita usando dois tipos de turbinas, de eixo vertical e de eixo horizontal (FARRET, 2014).

A energia eólica no Brasil, a partir do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia, começou a ganhar destaque com os primeiros parques eólicos implantados em 2006 e 2007 e, com as múltiplas contratações de parques eólicos em leilões de energia a partir de 2009. O Brasil possui um grande potencial de energia eólica com ventos fortes e constantes, além dos custos de geração estar entre os mais baixos do mundo (PEREIRA, 2017).

Segundo BEN (ANEEL, 2017.a), a produção de eletricidade, a partir de energia eólica, alcançou 33.489 GWh em 2016, superando os 21.626 GWh do ano anterior e, tendo um aumento de 54,9%. Segundo o Banco de Informações da Geração (BIG), disponível no banco de dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), chegou a 10.124MW o parque eólico nacional em 2016.

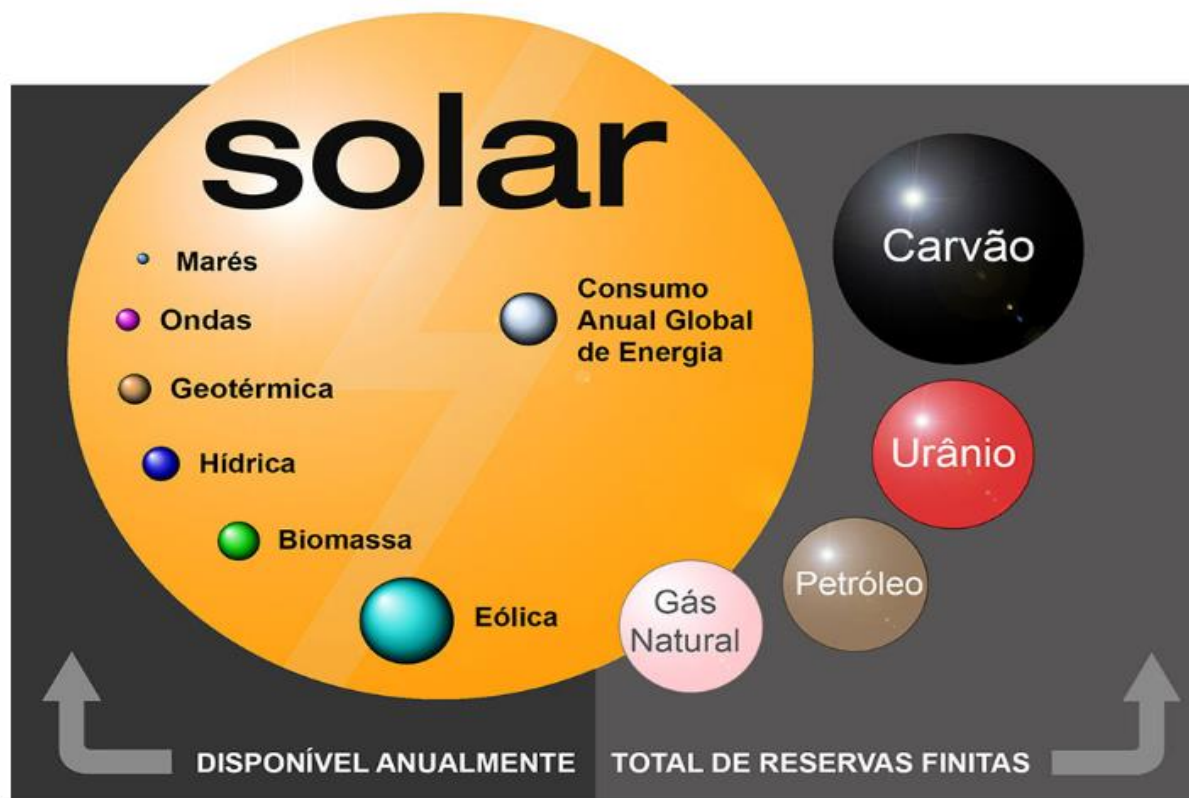
#### 2.4.3. Energia Solar

Segundo Catarino *et al.* (2015), a energia solar é derivada do calor e da luz provenientes do Sol e pode ser utilizada por diversos meios de tecnologia, consideradas ativas ou passivas, que estão em constante evolução, dentre elas estão o aquecimento solar, a energia obtida através de painéis fotovoltaicos, através da arquitetura solar e também a fotossíntese artificial. O uso mais comum, feito através de painéis fotovoltaicos é considerado uma tecnologia ativa.

O aquecimento solar passivo deriva da radiação direta em edifícios, com isso, tem-se a redução do uso de iluminação artificial e aquecimento artificial. Essa técnica tem um aproveitamento melhor quando feita com o auxílio de técnicas construtivas mais sofisticadas. O autor conta que quase todas as fontes de energia (hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos) são formas indiretas de energia solar, e também conta que a radiação solar pode ser utilizada de forma direta para a geração de energia térmica, aquecimento de fluidos e ambientes e para a geração de potência mecânica ou elétrica, este último através da radiação direta sobre materiais, destacando o termoelétrico e o fotovoltaico (ANEEL, 2002).

A figura 2.3 mostra o excepcional potencial energético solar em comparação com outras fontes de energia.

Figura 2.3 – Comparação do potencial energético solar em relação a outras fontes de energia



Fonte: PORTAL SOLAR (2017.b). Acesso em: 12 mai. 2018.

Em comparação com todas as fontes de energia existentes no mundo, o potencial da energia solar é extremamente elevado, sendo considerada ainda, como uma fonte inesgotável de energia, e existem diferentes tecnologias para obter a energia solar, como: energia solar térmica, heliotérmica e fotovoltaica (PORTAL SOLAR, 2017.b).

#### 2.4.3.1 Radiação Solar

De acordo com Dienstmann (2009), a radiação solar ocorre de forma constante. Sua intensidade, no nível da atmosfera, é, aproximadamente,  $1.367 \text{ kW/m}^2$ , valor este que pode ser chamado de constante solar. Para Catarino *et al.* (2015), apenas 19% da energia recebida pela terra é absorvida pela atmosfera em forma de calor e 35% é refletido pelas nuvens, o restante chega até a superfície terrestre sendo absorvida ou refletida novamente.

A radiação mundial tem uma média de, aproximadamente,  $165 \text{ W/m}^2$ , esse valor é mais do que 5 mil vezes a necessidade energética de que a humanidade precisa. A quantidade de radiação refletida, absorvida e transmitida, depende de alguns fatores atmosféricos, como a

umidade do ar, a nebulosidade e também, a distância percorrida pelos raios solares ao atravessarem a atmosfera (DIENSTMANN, 2009).

De acordo com a ANEEL (2002), além dos fatores atmosféricos, a radiação solar incidente sobre a terra depende da latitude do local, da hora do dia e do dia do ano. Isso ocorre pelo fato da inclinação em que a terra realiza o movimento de rotação e de translação do eixo imaginário. Desta forma, a duração da luz solar, varia em algumas regiões e diferentes épocas do ano a partir das horas do dia. A variação é mais intensa em regiões polares e nos solstícios. Inversamente, próximo a linha do equador, ocorre uma variação maior durante os equinócios.

A figura 2.4 mostra as estações do ano e o movimento da Terra ao redor do Sol.

Figura 2.4 – Representação das estações do ano e do movimento da Terra em torno do Sol



Fonte: ANEEL (2002).

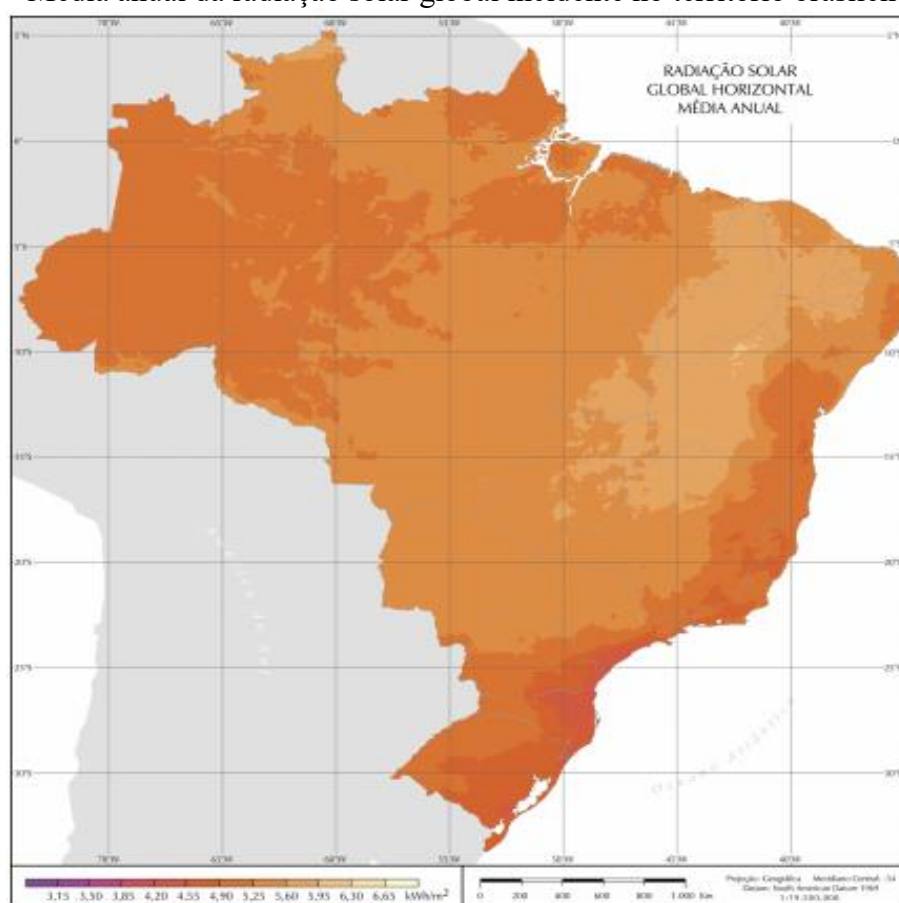
Catarino *et al.* (2015) conta que a energia que é absorvida pela atmosfera é em forma de luz visível e de luz ultravioleta, sendo esta, utilizada pelas plantas para a fotossíntese. O aumento da temperatura da superfície terrestre, dos oceanos e da atmosfera, se deve à radiação solar que recebem. O ar quente, proveniente da evaporação dos oceanos, causa a convecção atmosférica. Este ar, após chegar a certa altura, arrefece, e o vapor da água condensa-se, dando origem a nuvens, que mais tarde, geram precipitação sobre a superfície terrestre, formando assim, o ciclo da água. O calor que ficou concentrado da condensação da água, leva a formação de ventos mais fortes, ciclones e anticiclones. Já a fotossíntese gerada pelas plantas, transforma a energia solar em oxigênio e outros compostos minerais.

### 2.4.3.2 Radiação Solar no Brasil

O Brasil possui, durante todo o ano, um elevado potencial para a geração de energia solar, pelo fato de a maior parte do seu território estar localizada próxima da linha do Equador, fazendo com que não se tenha grandes variações na duração solar do dia (ANEEL, 2002).

A figura 2.5 mostra a média anual de radiação solar global que incide no território brasileiro.

Figura 2.5 – Média anual da radiação solar global incidente no território brasileiro



Fonte: PEREIRA (2006).

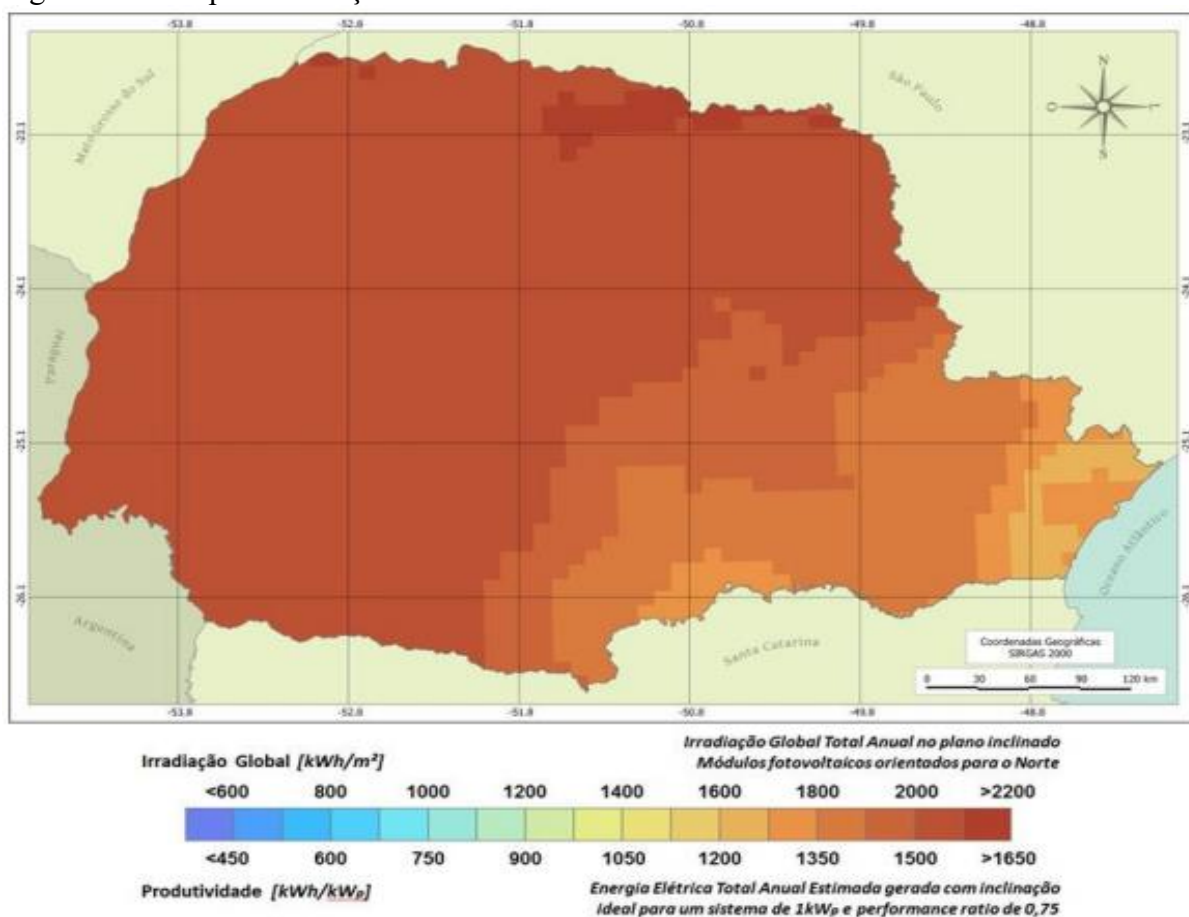
Segundo Pereira (2006), o Brasil apresenta médias anuais de radiação solar, relativamente alta e com boa uniformidade. O valor máximo de radiação ocorre no norte do Estado da Bahia, com  $6,5 \text{ kWh/m}^2$ , por essa área apresentar um clima semi-árido, com baixa precipitação ao longo do ano de, aproximadamente,  $300\text{mm/ano}$ , enquanto a menor radiação solar ocorre no litoral norte de Santa Catarina, com  $4,25 \text{ kWh/m}^2$ , devido a ocorrência de

precipitação bem distribuída ao longo do ano.

A radiação solar que incidente no Brasil é muito maior em relação à países que tem as maiores capacidades fotovoltaicas instaladas, como Alemanha, Itália e Espanha. Como comparação, o Estado do Paraná também possui índices de radiação solar maior que esses mesmos países (TIEPOLO, 2014).

A Figura 2.6 mostra o Mapa de Radiação Solar no Estado do Paraná, sendo que, a escala de cores na parte superior representa os valores de radiação global e na parte inferior mostra os valores correspondentes de energia elétrica anual estimada, gerada por um sistema de 1kW<sub>p</sub> e com taxa de desempenho de 0,75.

Figura 2.6 – Mapa de radiação solar no Estado do Paraná



Fonte: TIEPOLO (2014).

O mapa mostra os elevados valores de radiação total anual no Estado do Paraná, que ficam entre 1600 e 2200 kWh/m<sup>2</sup>. Enquanto os valores estimados de geração de energia elétrica ficam entre 1200 e 1650 kWh/ano (TIEPOLO, 2014).

### 2.4.3.3 Sistema Fotovoltaico

Foi em 1839 que Edmond Becquerel observou o efeito fotovoltaico pela primeira vez, a partir de placas metálicas, de platina ou prata, que foram mergulhadas num eletrólito e passaram, quando expostas à luz, a produzir uma pequena diferença de potencial. Em 1877, os norte-americanos, W. G. Adams e R. E. Day, desenvolveram o primeiro mecanismo de produção de eletricidade sólido, pela exposição à luz a partir de propriedades foto condutoras do selênio (VALLÈRA; BRITO, 2006).

Em Março de 1953 começou a história da primeira célula solar quando Calvin Fuller, um químico americano, desenvolveu um processo denominado dopagem, que introduzia impurezas em cristais de silício, de modo a controlar as suas propriedades elétricas. Assim, o químico produziu uma barra de silício dopado com uma pequena concentração de gálio, fazendo com que se tornasse um condutor com as cargas móveis positivas, sendo chamado de silício do tipo **p**. A partir dos estudos de Fuller, seu colega e físico Gerald Pearson, mergulhou em um banho quente de lítio a mesma barra de silício dopado, gerando assim uma região com elétrons livres, excedentes na superfície da barra, carregados com carga negativa, denominado silício do tipo **n**. Ao entrar em contato, o silício tipo **n** com o silício tipo **p**, formou a junção **p-n**, surgindo um campo elétrico permanente. O físico verificou que a amostra, ao ser exposta à luz, produzia uma corrente elétrica. Assim, a partir do silício, foi produzida a primeira célula solar por Pearson (VALLÈRA; BRITO, 2006).

O efeito fotovoltaico ocorre em materiais da natureza conhecidos como semicondutores, que tem como característica a presença de bandas de energia que permitem a presença de elétrons, denominada de banda de valência e de outra banda totalmente vazia, denominada de banda de condução. O semicondutor mais usado na fabricação é o silício, que se caracteriza por possuir quatro elétrons que se ligam aos vizinhos, formando assim, uma rede cristalina (CRESESB, 2006).

Segundo Tiradentes (2007), as células fotovoltaicas fabricadas usando o silício, podem ser constituídas de cristais monocristalinos, cristais policristalinos ou cristais de silício amorfo. A célula de silício monocristalino é a mais usada e a que apresenta a maior eficiência. As células policristalinas exigem, para a preparação das células, um processo menos rigoroso. Elas apresentam um menor preço, porém, possuem uma menor eficiência. São utilizadas em sistemas fotovoltaicos de baixo custo o silício amorfo por apresentar um processo de fabricação barato, baixo consumo de energia na produção e fabricação de células com áreas

grandes, em contrapartida possuem uma eficiência baixa.

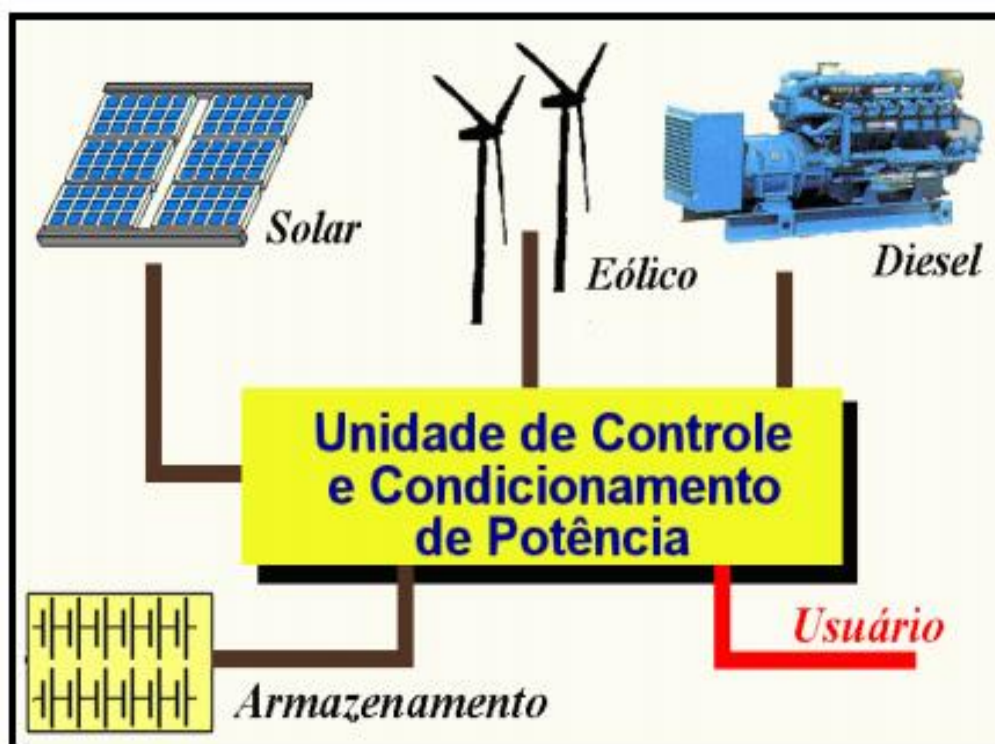
Pelas características construtivas, os sistemas fotovoltaicos podem ser divididos em três grupos: sistemas interligados à rede, sistemas isolados e sistemas híbridos (CRESCEB, 2006).

Sistemas isolados, ou sistemas *off grid*, são caracterizados pelo armazenamento de energia, por meio de baterias, para utilizar em aparelhos elétricos, ou pela energia gravitacional, para bombear água para tanques em sistemas de abastecimento. Além das baterias que servem para o armazenamento de energia, esse sistema possui um controlador de carga, para não haver danos na bateria por sobrecarga ou descarga. E para alimentar equipamentos de corrente alternada (CA), existe o inversor que converte para CA, já que a geração de energia feita pelos painéis é produzida em corrente contínua (CC) (CRESCEB, 2006).

Os sistemas híbridos são sistemas que apresentam diversas fontes de geração de energia e são desconectados da rede da concessionária. Podem ser citados como exemplo: turbinas eólicas, módulos fotovoltaicos e geração à diesel. Esse sistema apresenta um inversor por trabalhar com cargas de corrente contínua (CRESCEB, 2006).

Na figura 2.7, observa-se um esquema, exemplificando a geração híbrida de energia.

Figura 2.7 – Exemplo de sistema híbrido

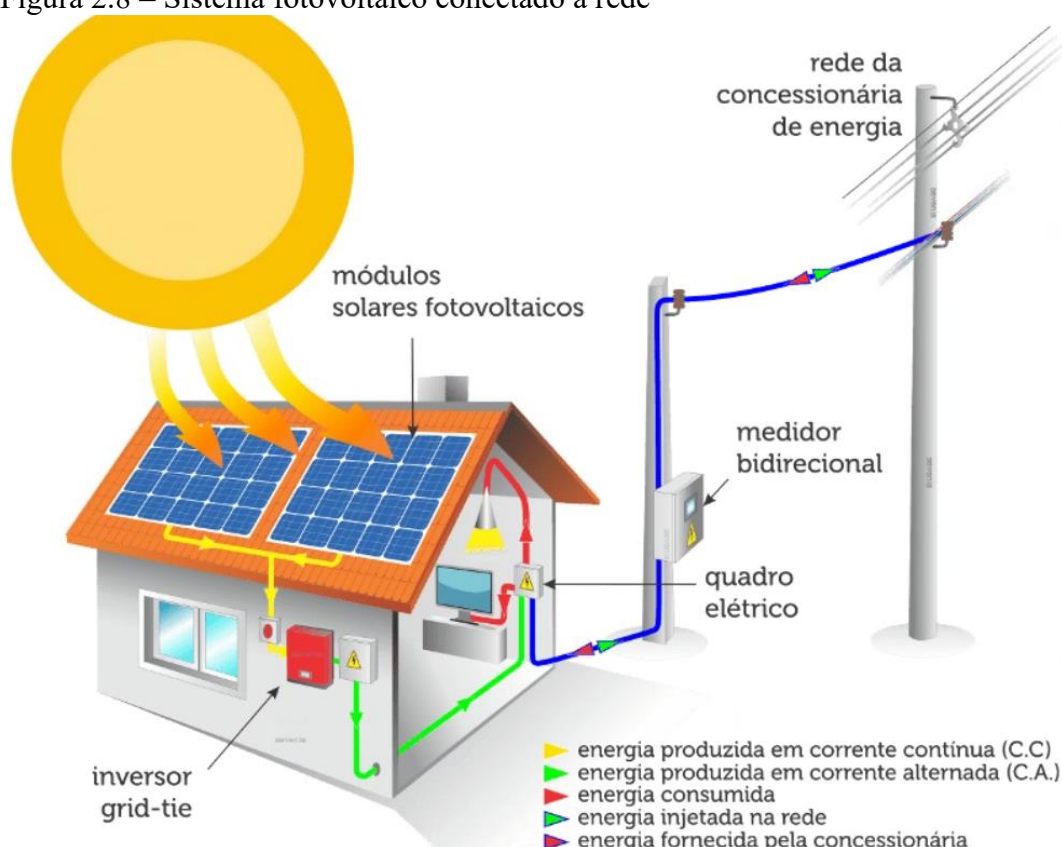


Fonte: CRESCEB (2006).

O sistema *on grid*, ou conectado à rede, apresenta vantagens para o consumidor, pois o fornecimento de energia é constante. Esse sistema não utiliza armazenamento, pois toda energia gerada é instantaneamente entregue à rede elétrica. A geração de energia, através dos painéis fotovoltaicos, representa uma fonte de energia adicional à energia da concessionária, sendo que, quando a geração for superior à demanda, o sistema injeta todo o excedente para a rede para ser consumida posteriormente e, quando a geração for inferior à demanda, a diferença é suprida normalmente pela rede da concessionária. É instalado um inversor entre o sistema fotovoltaico e o ponto de fornecimento da rede, que converte em energia alternada toda a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente contínua, posteriormente injetando na rede da concessionária local (SOLARVOLT, 2015).

A energia elétrica é gerada pelos módulos fotovoltaicos, passa pelo inversor, que transforma a corrente contínua em corrente alternada, e é injetada na unidade consumidora, conforme figura 2.8. (UNIVERSAL AUTOMAÇÕES, S/D).

Figura 2.8 – Sistema fotovoltaico conectado à rede



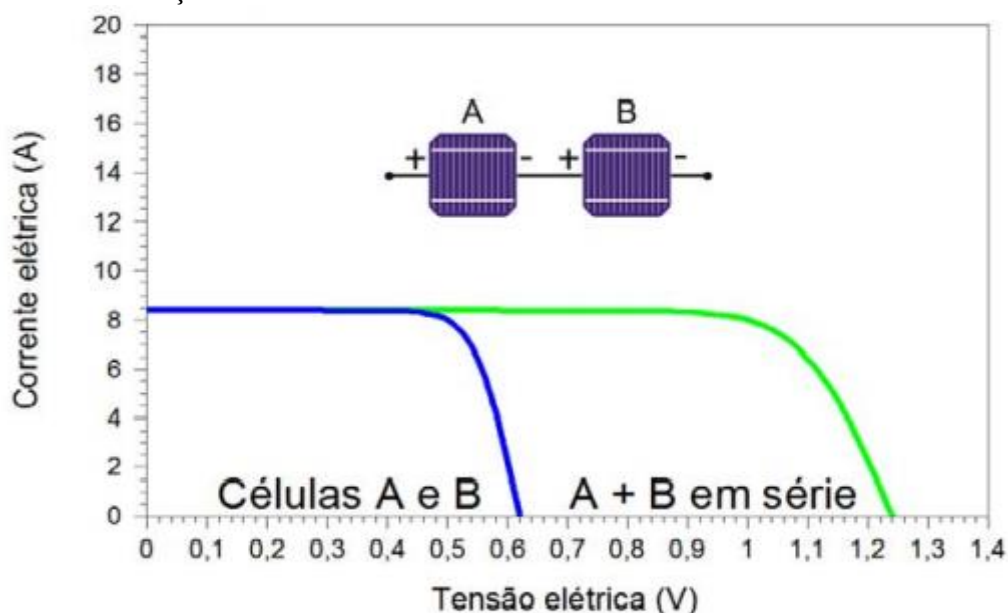
Fonte: UNIVERSAL AUTOMAÇÕES (S/D). Acesso em: 17 out. 2018.

Assim, ainda conforme a figura 2.8, a energia gerada pelos módulos alimentará todos os equipamentos ligados à rede, e se acaso essa potência gerada for superior a potência utilizada pelos equipamentos, o excedente de energia será injetado na rede. Logo, o sistema fotovoltaico trabalha com a rede de distribuição de energia elétrica, em paralelo, passando pelo medidor de energia, que deve ser bidirecional, ou seja, ele deve diferenciar a energia elétrica que entra pela rede de distribuição e a energia que os módulos injetam na rede (UNIVERSAL AUTOMAÇÕES, S/D).

Os dispositivos fotovoltaicos podem ser divididos em células, arranjos ou módulos fotovoltaicos, sendo os arranjos constituídos por um conjunto de módulos, associados em série e ou em paralelo, de forma a se obter os níveis de corrente e tensão desejados, fornecendo uma única saída de corrente e tensão (PINHO; GALDINO, 2014).

Segundo os mesmos autores, para fazer a conexão dos módulos fotovoltaicos em série, o terminal positivo de um módulo é conectado ao terminal negativo de outro, e assim por diante, fazendo com que as tensões sejam somadas e a corrente elétrica não seja alterada. A figura 2.9 mostra a conexão em série dos módulos.

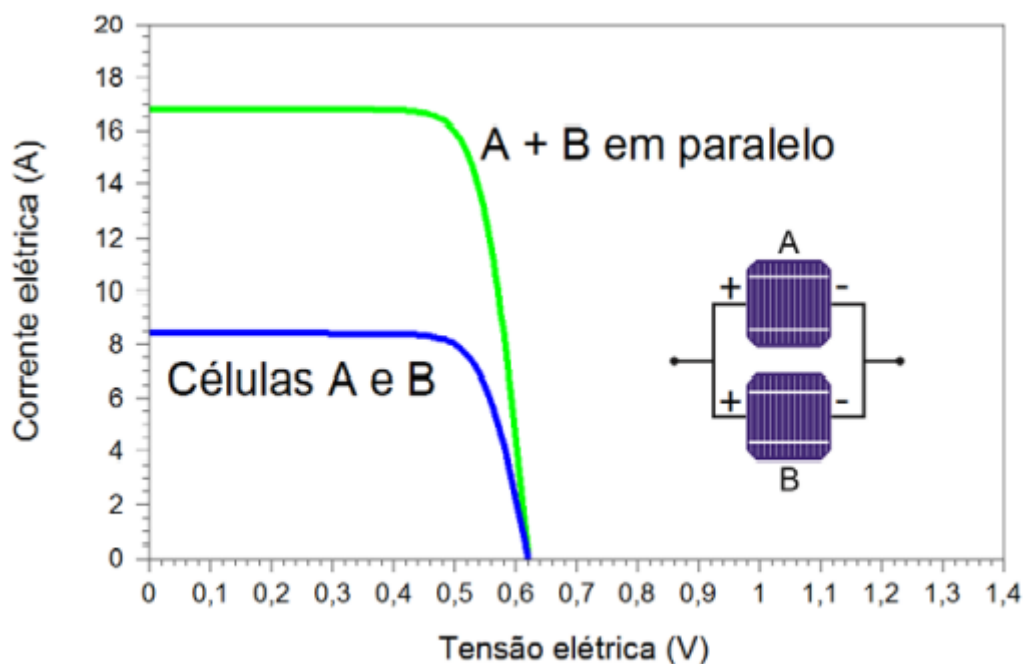
Figura 2.9 – Associação dos módulos fotovoltaicos em série



Fonte: PINHO; GALDINO (2014).

Já na associação dos módulos em paralelo, os terminais positivos dos mesmos são interligados entre si, assim como os terminais negativos. Com isso, as correntes elétricas são somadas, enquanto a tensão não altera (PINHO; GALDINO, 2014). A figura 2.10 mostra a conexão em paralelo dos módulos.

Figura 2.10 – Associação dos módulos fotovoltaicos em paralelo



Fonte: PINHO; GALDINO (2014).

Para gerar uma tensão de saída alta, os módulos fotovoltaicos são associados em série entre si, originando um conjunto chamado de *string*. Para não ultrapassar a faixa de tensão dos inversores e produzir uma corrente mais alta, as *strings* são associadas em paralelo entre si (BLOG SEVENIA, 2015).

## 2.5 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Segundo Wright *et al.*, (2009), a Geração Distribuída (GD) é um tipo de geração caracterizada por estar próxima do consumidor que não depende da tecnologia, potência e fonte de energia. O consumidor é alimentado, principalmente, pela energia gerada no local, e se mantém ligado em paralelo com a rede, aumentando a garantia de suprimento de energia.

Pela proximidade do consumidor com a geração, a GD oferece vantagens ao setor elétrico como, a diminuição das perdas no transporte de energia elétrica e a diversificação das tecnologias usadas para produção de energia, fazendo com que a escolha da fonte possa ser feita em função da disponibilidade dos recursos energéticos locais. A utilização da GD é um incentivo ao uso de recursos renováveis, que podem contribuir na redução das emissões de gases de efeito estufa (BARBOSA; AZEVEDO, 2013).

Após a edição da Resolução Normativa ANEEL 687, de 24 de novembro de 2015, que revisa a Resolução Normativa nº 482/2012, encontra-se em vigor desde 1º de março de 2016,

as novas regras do sistema de compensação de energia elétrica. A resolução permite a instalação de pequenos geradores (de painéis fotovoltaicos, microturbinas eólicas) na unidade do consumidor, com a finalidade de trocar energia com a distribuidora local, reduzindo assim, o valor da sua fatura de energia elétrica (ANEEL, 2017).

A resolução autoriza o uso de qualquer fonte renovável conectada à rede de distribuição, sendo que, a central geradora que possui potência instalada até 75 quilowatts (KW) é chamada de microgeração distribuída. Enquanto que, a central geradora com potência acima de 75 KW e menor ou igual a 5 megawatts (MW), destes 3 MW para a fonte hídrica, é denominada minigeração distribuída. Quando houver excedente de geração de energia em determinado mês, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados nos meses seguintes, com prazo de até 60 meses e podem abater o consumo de outras unidades consumidoras do mesmo titular (ANEEL, 2017).

## 2.6 TARIFICAÇÃO E TRIBUTOS DA ENERGIA ELÉTRICA

A tarifa de energia é definida com o preço cobrado por unidade de energia (R\$/kWh), sendo seu preço formado pelos custos, desde a geração até chegar ao consumidor, e devem ser suficientes para arcar com os custos de expansão e operação dos elementos que compõem o sistema elétrico (ABRADEE, 2015).

Segundo o mesmo autor, por se tratar de um bem essencial, o custo da energia não é pago somente pelo consumo, mas também pela sua disponibilidade a qualquer horário, cobrindo os investimentos realizados na rede e em sua operação que resultam em índices baixos de falhas e pequenos tempos de concertos.

Os custos para gerar energia elétrica dependem das usinas utilizadas, sendo que, no Brasil, a energia é predominantemente gerada pelas usinas hidrelétricas que dependem das chuvas e do nível de água nos reservatórios. Assim, quando há pouca chuva e, conseqüentemente, pouca água armazenada, são utilizadas as usinas termelétricas para poupar água dos reservatórios. Pelo fato de as usinas termelétricas serem movidas a combustíveis como carvão, gás natural, diesel e óleo combustível, o custo de geração aumenta. Em contrapartida, quando há bastante água armazenada, as termelétricas não são utilizadas e o custo de geração é menor (ANEEL, 2017).

Além dos custos com geração, transmissão e distribuição, a tarifa de energia engloba custos relacionados às perdas de energia, tributos, impostos, encargos. Exemplos de tributos

são: PIS/PASEP, COFINS e ICMS, sendo que o ICMS varia em cada Estado, podendo compor mais de 30% da conta de luz (ABRADEE, 2015). A figura 2.11 mostra os processos que definem o preço da tarifa.

Figura 2.11 – Processos para definição do preço da tarifa



Fonte: ABRADEE, 2015.

Para refletir os variáveis custos da geração de energia elétrica, em 2015 foram criadas as bandeiras tarifárias, que apresentam as modalidades verde, amarela e vermelha e dependem das condições de geração. A bandeira verde, é quando os níveis dos reservatórios estão altos, estando em condições favoráveis para geração de energia, assim, a tarifa não sofre acréscimo. A bandeira amarela, é quando as condições de geração estão menos favoráveis, aumentando R\$ 0,01 para cada kWh consumidos. A bandeira vermelha é dividida em 2 patamares: o patamar 1, quando as condições estão mais críticas, ou seja, os reservatórios das hidrelétricas estão abaixo. Assim, a tarifa tem um acréscimo de R\$ 0,03 para cada kWh consumidos. Já no patamar 2 são condições ainda mais críticas, fazendo com que a tarifa sofra um acréscimo de R\$ 0,05 para cada kWh consumido (ANEEL, 2017).

As tarifas de energia são divididas em dois grupos, Grupo A e Grupo B, em função do fornecimento por nível de tensão dos consumidores finais como, indústrias, comércio, residências, iluminação pública, propriedades rurais. O grupo A são os consumidores, alimentados em tensão igual ou superior a 2,3kV ou atendidos no subterrâneo, em tensão secundária, pela tarifa binômica, sendo subdivididas em A1, A2, A3, A3a, A4 e AS. O grupo B é destinado a consumidores alimentados em tensão inferior a 2,3kV e tarifa monômica, sendo subdivididas em, B1 para consumidores residenciais e residenciais de baixa renda, B2 para rurais, cooperativa de eletrificação rural e serviço público de irrigação, B3 para demais classes e B4 para iluminação pública (COPEL, 2018.b).

A Resolução Normativa nº 414/2010 e, posteriormente, a Resolução Normativa nº 482/2012, ambas da ANEEL, mostram que a tarifa não pode ser zerada pelo custo de disponibilidade da rede, que é o valor mínimo cobrado pela concessionária de energia elétrica, com o intuito de custear as despesas para manter a energia disponível ao consumidor. Para os consumidores do grupo B, atendidos em baixa tensão, o custo é de 30 kWh, se for monofásico, 50 kWh para bifásico e 100 kWh para trifásico. Já, os consumidores do grupo A, que são alimentados em alta tensão, o valor a ser pago, como taxa de disponibilidade, será igual à demanda contratada, esta será faturada normalmente (ANEEL, 2015).

### 2.6.1 Tarifa Rural

A tarifa rural é reduzida para unidades consumidoras que desenvolvam atividades como, agropecuária rural, cooperativa de eletrificação rural, residencial rural, serviço público de irrigação, agroindustrial, entre outros (COPEL, 2018.a).

Há alguns fatores a serem levados em conta na exploração de atividade econômica do setor rural agropecuário para o ICMS sobre o consumo de energia elétrica ser diferido, que seria uma substituição tributária, ou adiamento do pagamento do imposto. Como a unidade consumidora está fora da área urbana, que a energia elétrica seja consumida na atividade agropecuária e o titular esteja inscrito no Cadastro de Produtor Rural do Paraná – CAD/PRO (COPEL, 2018).

Foi criado em 2010 no Estado do Paraná, o Programa Tarifa Rural Noturna (TRN) da Copel, para atender consumidores rurais como, agricultores, suinocultores, avicultores, e outras atividades rurais que são atendidas em baixa tensão, além de cooperativas de eletrificação rural que tem disjuntor menor ou igual a 200 ampères (SCHACHT, 2017).

Segundo Schacht (2017), a TRN oferece desconto de 60% em relação à tarifa rural na energia consumida entre as 21h30 e 6h, incluído finais de semana e feriados. O programa atende aproximadamente 11 mil propriedades rurais.

## 2.7 MÉTODOS CONVENCIONAIS DE RETORNO

Waltaba (2007) mostra a existência de vários métodos para avaliação de investimentos e tomada de decisão, com o intuito de aceitar ou não algum investimento.

Destacam-se alguns métodos como o *payback*, *payback* descontado, valor presente líquido e taxa interna de retorno.

### 2.7.1 *Payback* Simples

O *payback* tem a finalidade de calcular o período que terá retorno um investimento realizado, onde o tempo de retorno calculado a partir do investimento inicial até a igualdade deste valor, a partir dos rendimentos acumulados (MESQUITA, 2016).

Segundo Prates (2016), o *payback* simples é determinado como o número de períodos, sejam semanas, meses ou anos, que um investimento inicial demora a ser recuperado. É o método que analisa a viabilidade de um investimento de forma mais simples. Os períodos de um projeto são calculados a partir da soma dos fluxos de caixa, que são as entradas e saídas de recursos financeiros, obtidos até igualar o valor do investimento inicial.

O mesmo autor cita que o método tem como vantagem a rapidez e simplicidade, porém, em contrapartida, apresenta desvantagens de não considerar os fluxos de caixa após o período de retorno e o valor do dinheiro no tempo.

### 2.7.2 *Payback* Descontado

Segundo Wantroba (2007), ao contrário do *payback* simples, o *payback* descontado leva em consideração o valor temporal do dinheiro, pois o mesmo se desvaloriza com o passar do tempo, sendo que, no futuro, o dinheiro não valerá o mesmo que vale hoje em dia. O *payback* descontado é calculado pelos fluxos de caixa descontados pelo custo de capital do projeto. Os fluxos de caixas são expressos em valores presentes, utilizando assim, a fórmula do valor presente (VP), a juros compostos.

Equação 2.1 – Cálculo do *payback* descontado

$$VP = \frac{VF}{(1+k)^n} \quad (2.1)$$

Onde “VP” é o valor presente, “VF” é o valor futuro, “k” é a taxa de juros e o “n” é o número de períodos que o investimento será quitado (WANTROBA, 2007).

PRATES (2016) afirma que o *payback* descontado continua prático e claro como o *payback* simples, e consegue resolver a questão do valor do dinheiro no tempo a ser considerado. Em contrapartida, ainda não leva em conta os fluxos de caixa posterior ao período de *payback*.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho visa a geração de energia elétrica a partir da implantação de um projeto de energia fotovoltaica, com a utilização da energia solar como fonte geradora de energia e a realização de um estudo de viabilidade econômica e ambiental do projeto.

Foi realizado um levantamento da incidência da radiação solar sobre a propriedade e, posteriormente, o levantamento do consumo de energia elétrica pelo período de 12 meses, para então fazer o dimensionamento do projeto fotovoltaico, a fim de determinar a composição da usina solar que irá suprir as necessidades energéticas das unidades consumidoras.

Após ser realizado o dimensionamento do projeto fotovoltaico, foram realizados os cálculos para determinar o tempo para obter o *payback* e verificar se a implantação do projeto é viável, economicamente e ambientalmente, ou não.

#### 3.1 PROPRIEDADE RURAL

A propriedade rural está localizada na comunidade Colônia Melissa, no município de Cascavel, no Estado do Paraná, com as coordenadas geográficas definidas por  $-24^{\circ}50'$  de latitude e  $-53^{\circ}26'$  de longitude. A figura 3.1 mostra a propriedade.

Figura 3.1 – Localização da propriedade rural que será realizado o estudo



Fonte: Google Maps. Acesso em: 30 mai. 2018.

A propriedade possui três aviários, sendo o primeiro denominado de aviário 1, que possui 133 metros de comprimento por 12 metros de largura, totalizando 1596m<sup>2</sup> de área e alojando aproximadamente 20000 aves. O segundo, denominado de aviário 2, possui as mesmas medidas de 133 metros de comprimento por 12 metros de largura, com total de 1596 m<sup>2</sup> de área, e também aloja aproximadamente 20000 aves. Já o terceiro aviário, denominado de aviário 3, tem 150 metros de comprimento por 16 metros de largura, totalizando 2400 m<sup>2</sup> e aloja aproximadamente 32000 aves.

A rede que atende a propriedade é monofásica. Cada aviário possui uma entrada de serviço, resultando em três Unidades Consumidoras (UCs) distintas. A UC do aviário 1 é atendido em monofásico rural, do aviário 2 também é atendido em monofásico rural e do aviário 3 é atendido em bifásico. As figuras 3.2, 3.3 e 3.4 mostram os aviários.

Figura 3.2 – Aviário 1



Fonte: Autor (2018).

Figura 3.3 – Aviário 3



Fonte: Autor (2018).

Figura 3.4 – Telhado para instalação dos módulos fotovoltaicos



Fonte: Autor (2018).

### 3.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

O levantamento do consumo de energia elétrica da propriedade foi feito a partir das tarifas de energia da concessionária COPEL S.A. – Companhia Paranaense de Energia, no período de 12 meses, que compreende do mês de junho de 2017 ao mês de maio de 2018. Os valores estão apresentados na tarifa de energia nos anexos D, E e F. Assim, é possível fazer o levantamento do consumo anual e a média mensal para realizar o dimensionamento do sistema fotovoltaico.

### 3.3 DIMENSIONAMENTO

Foi utilizado para o dimensionamento fotovoltaico, o simulador *PVsyst*® versão 6.7.5, disponível no site <<http://www.pvsyst.com/en/>>. Este simulador é utilizado para contribuir no dimensionamento de projetos de sistemas fotovoltaicos, apresentando desde o pré-dimensionamento até os cálculos, simulações e relatórios. Nos relatórios é possível dimensionar a perda de produção por diversos fatores que influenciam na eficiência do sistema como, a latitude e longitude, orientação e inclinação dos painéis, perdas por temperatura, possíveis sombreamentos, dentre outros. E no relatório final, é apresentada a quantidade de energia gerada pela usina. No simulador *PVsyst*® 6.7.5, tem disponível o software *METEONORM*®, que forneceu os dados de radiação solar e temperatura a partir da latitude e longitude informados.

A partir do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, vigente na Resolução Normativa nº 482/2012, pode ser realizada a implantação do sistema fotovoltaico em apenas um aviário para atender todo o consumo energético da propriedade e compensar nos demais aviários. Porém, a Norma Técnica Copel (NTC) 901100 – Fornecimento em tensão secundária de distribuição, restringe a potência que cada UC pode gerar, em função do disjuntor geral existente. Os aviários 1 e 2 possuem um disjuntor geral de 100 Ampères, estando classificados na categoria 25, segundo o anexo G, e pode gerar até 25 kWp, enquanto o aviário 3 possui um disjuntor geral de 200 Ampères que está classificado na categoria 48 e pode gerar até 50 kWp. Foi realizado assim o dimensionamento para cada unidade consumidora separadamente, já que cada aviário possui uma entrada de serviço.

O dimensionamento do projeto fotovoltaico foi realizado para dois cenários diferentes. O primeiro, para suprir 100% do consumo de energia e o segundo, para suprir o consumo de

uma das tarifas ou 64% do consumo, pois o consumo de energia da propriedade rural é dividido em tarifa rural, que vai ser objeto de estudo para o dimensionamento, e a tarifa rural noturna que é um programa que concede descontos na tarifa de energia no período noturno. O percentual de 64% foi definido pela razão do consumo diurno pelo consumo total.

Com o intuito de maximizar a produção de energia elétrica, os painéis fotovoltaicos devem ser instalados com orientação para o norte geográfico. Pelo fato dos aviários serem construídos no eixo leste/oeste e, logo, possuírem telhados em duas abas voltadas para o norte e o sul, foi utilizado para o dimensionamento somente as áreas do telhado voltadas para o norte.

### 3.4 RETORNO DO INVESTIMENTO

Para verificar o retorno do investimento foi feita a viabilidade econômica a partir do método de *payback* descontado. O valor presente para a realização dos cálculos foi determinado pelo orçamento realizado na empresa BioWatts Energia Solar, conforme os anexos A, B e C.

Foram levantados os valores das tarifas de energia elétrica, além dos reajustes que ocorrerão nas tarifas com o decorrer do tempo, e das taxas de investimento, com o intuito de fazer as correções necessárias dos valores no período proposto.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os dimensionamentos da planta fotovoltaica para cada aviário da propriedade rural, bem como, a quantidade e potência dos módulos e inversores que irão compor o sistema. Os dimensionamentos foram divididos em dois cenários, o primeiro, para suprir 100% do consumo de energia elétrica dos aviários e o segundo cenário para suprir apenas uma das tarifas, conforme ilustrada na figura 4.1, ou aproximadamente 64% do consumo de energia.

Figura 4.1 – Tarifa Rural

| CONVENCIONAL           | Resolução ANEEL N° 2.402,<br>de 19 de junho 2018 |                                    |
|------------------------|--|------------------------------------|
| Tarifa em R\$/kWh      | Resolução<br>ANEEL(*)                            | com Impostos:<br>ICMS e PIS/COFINS |
| <b>B2-Rural</b>        | <b>0,35526</b>                                   | 0,53827                            |
| Vigência em 24/06/2018 |  |                                    |

Fonte: COPEL (2018.c).

O segundo cenário do dimensionamento foi realizado, não levando em consideração a tarifa rural noturna, que está exposta na figura 4.2.

Figura 4.2 – Tarifa rural noturna

| CONVENCIONAL                       | Resolução ANEEL N° 2.402,<br>de 19 de junho de 2018 |                                    |
|------------------------------------|---|------------------------------------|
| Tarifa em R\$/kWh                  | Resolução<br>ANEEL(*)                               | com Impostos:<br>ICMS e PIS/COFINS |
| <b>B2-Rural Irrigação</b>          | <b>0,14210</b>                                      | 0,21531                            |
| (*) desconto de 60% Cfe Res 207/06 |   |                                    |
| Vigência em 24/06/2018             |   |                                    |

Fonte: COPEL (2018.d).

A tarifa rural noturna é um programa que beneficia os avicultores com 60% de desconto em relação a tarifa rural no período das 21h30 até 6h.

#### 4.1 DIMENSIONAMENTO TOTAL

O consumo de energia elétrica total da propriedade rural está representado na tabela 4.1, dividido o consumo para cada aviário, bem como a média mensal e o consumo anual, compreendido entre o mês de junho de 2017 até o mês de maio de 2018. O primeiro dimensionamento foi feito para suprir 100% do consumo de energia da propriedade.

Tabela 4.1 – Consumo de energia elétrica total da propriedade

| Consumo kWh.mês <sup>-1</sup> |           |           |           |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Mês/Ano                       | Aviário 1 | Aviário 2 | Aviário 3 |
| jun/17                        | 2882      | 3251      | 4356      |
| jul/17                        | 2313      | 2653      | 4943      |
| ago/17                        | 1821      | 2045      | 3235      |
| set/17                        | 1730      | 2166      | 2271      |
| out/17                        | 3574      | 4114      | 5731      |
| nov/17                        | 2231      | 2575      | 3235      |
| dez/17                        | 2779      | 3153      | 4406      |
| jan/18                        | 2551      | 2802      | 4389      |
| fev/18                        | 5612      | 6026      | 9191      |
| mar/18                        | 658       | 574       | 1453      |
| abr/18                        | 2284      | 2477      | 3023      |
| mai/18                        | 4023      | 4512      | 7034      |
| Média mensal                  | 2705      | 3029      | 4439      |
| Consumo anual                 | 32458     | 36348     | 53267     |
| Consumo total                 | 122073    |           |           |

Fonte: Autor (2018).

Conforme a tabela 4.1, o consumo anual de energia elétrica da propriedade foi de 122073 kWh/ano. Os aviários 1 e 2 possuem um consumo parecido, de 32458 e 36348 kWh, respectivamente, por serem do mesmo tamanho e, conseqüentemente, possuírem, praticamente, os mesmos equipamentos. O fato de o aviário 2 ter um consumo um pouco maior, se deve ao fato de possuir uma bomba de poço artesiano que leva água para os demais aviários. Já o aviário 3 possui um maior consumo, de 53267 kWh, por ser maior e possuir mais equipamentos para iluminação, aquecimento e resfriamento.

A variação da quantidade de kWh consumidos durante os meses, se deve ao fato de os

aviários abrigarem os frangos durante 45 a 50 dias em média e, ficando aproximadamente de 10 a 15 dias sem aves. Assim, em alguns meses os equipamentos funcionam durante todo o mês, enquanto em outros não são utilizados todos os dias.

O início do dimensionamento se deu com a utilização das coordenadas geográficas da propriedade a fim de descobrir a radiação solar incidente sobre a mesma, a partir do *software* METEONORM®, que está disponível no *software* PVsyst®. A figura 4.3 mostra a radiação média.

Figura 4.3 – Radiação solar da propriedade

|            | <b>Irradiação global horizontal</b><br>kWh/m².dia | <b>Irradiação difusa horizontal</b><br>kWh/m².dia | <b>Temperatura</b><br>°C | <b>Velocidade do vento</b><br>m/s | <b>Linke Turbidity</b><br>[-] | <b>Relative Humidity</b><br>% |
|------------|---|---|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Janeiro    | 6.09  | 2.75  | 26.3                     | 2.60                              | 2.797                         | 72.5                          |
| Fevereiro  | 5.37  | 2.65  | 25.8                     | 2.39                              | 2.653                         | 72.5                          |
| Março      | 5.09  | 2.23  | 25.8                     | 2.39                              | 2.653                         | 70.4                          |
| Abril      | 4.20  | 1.87  | 22.8                     | 2.50                              | 2.653                         | 75.7                          |
| Mai        | 3.69  | 1.25  | 18.2                     | 2.50                              | 2.427                         | 79.1                          |
| Junho      | 3.22  | 1.15  | 17.4                     | 2.50                              | 2.653                         | 81.1                          |
| Julho      | 3.46  | 1.28  | 16.4                     | 2.90                              | 3.004                         | 76.5                          |
| Agosto     | 4.22  | 1.50  | 19.1                     | 3.21                              | 2.936                         | 67.7                          |
| Setembro   | 4.51  | 2.17  | 19.6                     | 3.39                              | 3.324                         | 69.6                          |
| Outubro    | 5.49  | 2.51  | 23.4                     | 3.19                              | 3.385                         | 70.0                          |
| Novembro   | 6.28  | 2.46  | 24.1                     | 3.10                              | 2.653                         | 70.3                          |
| Dezembro   | 5.92  | 2.78  | 25.7                     | 2.70                              | 2.867                         | 70.2                          |
| <b>Ano</b> | <b>4.79</b>                                       | <b>2.05</b>                                       | <b>22.1</b>              | <b>2.8</b>                        | <b>2.833</b>                  | <b>73.0</b>                   |

**Irradiação global horizontal variação de um ano para o outro 4.9%**

Fonte: METEONORM®, (2018).

Segundo o *software* METEONORM®, a radiação solar média que incidente sobre a propriedade é de 4,79 kWh/m<sup>2</sup>.dia, com destaque para os meses de janeiro, novembro e dezembro que registram os maiores índices de radiação.

O passo seguinte para o dimensionamento foi a escolha da inclinação dos painéis, onde segundo Villalva (2012), para se obter a maior incidência de irradiação solar a inclinação

dos painéis depende da latitude do local. A figura 4.4 mostra a inclinação dos painéis para cada caso.

Figura 4.4 – Inclinação dos painéis a partir da latitude

| Latitude geográfica do local | Ângulo de inclinação recomendado      |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 0° a 10°                     | $\alpha = 10^\circ$                   |
| 11° a 20°                    | $\alpha = \text{latitude}$            |
| 21° a 30°                    | $\alpha = \text{latitude} + 5^\circ$  |
| 31° a 40°                    | $\alpha = \text{latitude} + 10^\circ$ |
| 41° ou mais                  | $\alpha = \text{latitude} + 15^\circ$ |

Fonte: Villalva (2012).

Como a propriedade tem a latitude de 24° 50', que se encontra na faixa entre 21° a 30°, a inclinação recomendada é a latitude com o acréscimo de 5°. Assim, a inclinação para a instalação dos módulos fotovoltaicos foi arredondada para 30°, conforme mostra a figura 4.5.

Figura 4.5 – Inclinação escolhida dos módulos

Orientação, Variante "Nova variante da simulação"

Tipo de campo: Plano inclinado fixo

**Parâmetros do campo**

Inclinação do plano: 30.0 [°]

Âzimuth: 0.0 [°]

**Meteorologia incidente anual**

Fator de transposição: 1.09

Perdas em relação ao ótimo: -0.1%

Global no plano dos módulos: 1914 kWh/m<sup>2</sup>

Ver otimização

Anular OK

Fonte: PVsyst® (2018).

Após a descoberta da irradiação solar e da inclinação das placas fotovoltaicas, o software *PVsystem*® permite realizar um pré-dimensionamento. O sistema permite escolher entre três opções, conforme a figura 4.6. A primeira opção é pela área disponível para instalação das placas, a segunda pela potência nominal do projeto e a terceira pelo consumo de energia elétrica anual. A opção escolhida para o pré-dimensionamento foi a terceira, através do consumo anual de energia elétrica gastos pelos aviários.

Figura 4.6 – Pré-dimensionamento do projeto fotovoltaico

**System Specification**

**Array specification**

Active area [m2]

Nominal Power [kWp]

Annual yield [MWh/year]

Annual Yield  MWh/year

**More details** plus!

**Collector plane orientation**

Inclin. 30° Azimute 0°

Este Norte Oeste

**Yearly Meteo Yield**

Transposition Factor FT 1.09

Loss by respect to optimum -0.1%

Global on coll. plane 1913 kWh/m<sup>2</sup>

Show Optimisation ?

Tilt [°] 30

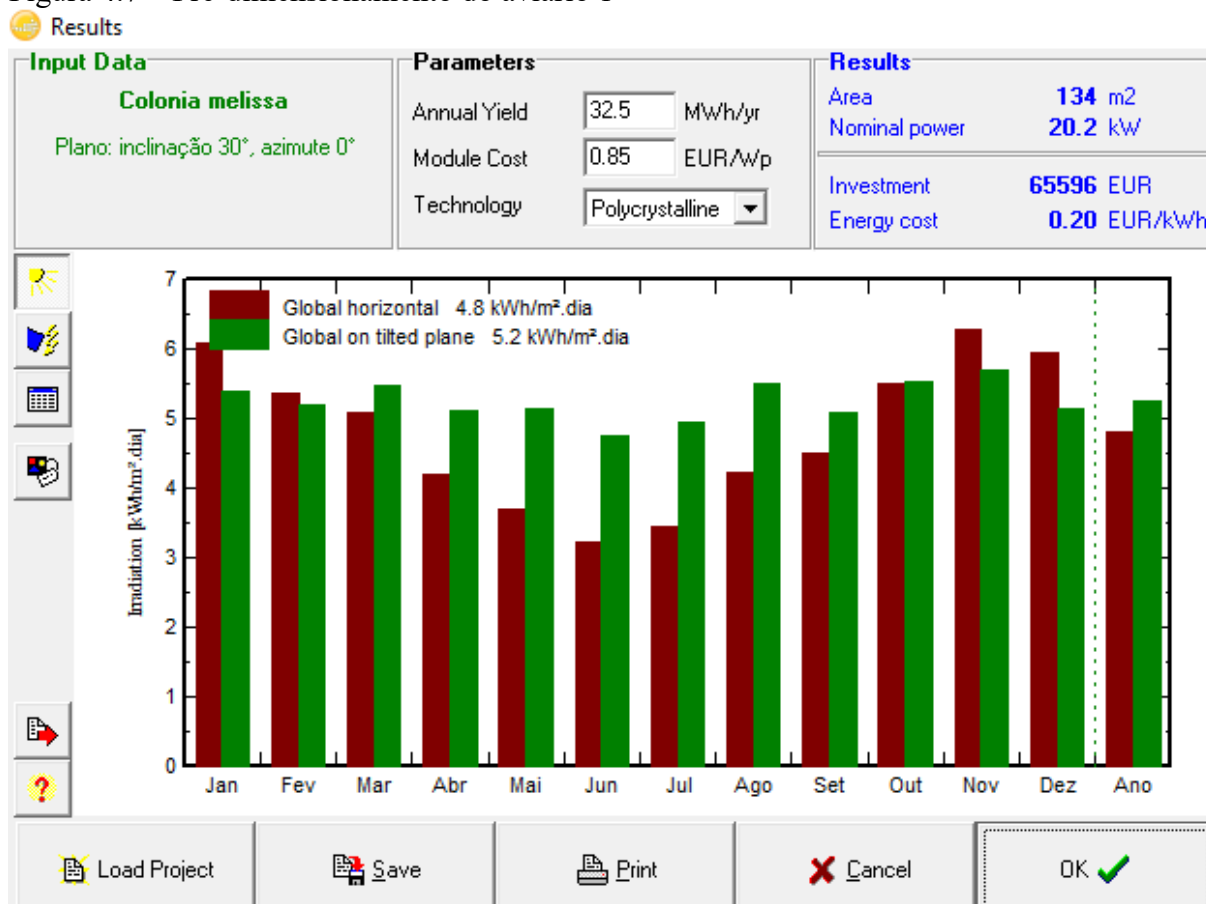
Azimuth [°] 0

Cancel Next

Fonte: *PVsystem*® (2018).

A partir do consumo anual de energia, da radiação solar e do rendimento do sistema, que normalmente fica próximo de 80%, pois existem perdas com cabos, sombreamento, temperatura, sujeira, o software *PVsystem*® calcula a potência nominal que será necessária para suprir a demanda energética. A figura 4.7 mostra o resultado.

Figura 4.7 – Pré-dimensionamento do aviário 1



Fonte: PVsyst® (2018).

A partir do pré-dimensionamento que o sistema realiza, deu-se início ao dimensionamento de cada aviário, separadamente.

#### 4.1.1 Aviário 1

O pré-dimensionamento do aviário 1 se deu a partir do consumo anual de 32458 kWh, resultando em uma potência nominal pico de 20,2 kWp. O próximo passo foi a partir da potência nominal, escolher a quantidade, potência e marca dos módulos fotovoltaicos e inversores que compõem a planta fotovoltaica, bem como, a quantidade de painéis que ficarão em série e *strings* que o sistema terá. A figura 4.8 mostra a composição da planta fotovoltaica do aviário 1.

Figura 4.8 – Planta fotovoltaica do aviário 1

Definição de um sistema em rede, Variante "Nova variante da simulação"

| Configuração global do sistema                |                              | Sumário do sistema global |                    |
|---|------------------------------|---------------------------|--------------------|
| 1   | Número de tipo de sub-grupos | Número de módulos         | 64                 |
| <input type="checkbox"/> Esquema simplificado |                              | Potência FV nominal       | 21.8 kWp           |
|   |                              | Superfície módulos        | 124 m <sup>2</sup> |
|   |                              | Potência máxima FV        | 21.5 kWdc          |
|   |                              | N.º de inversores         | 4                  |
|   |                              | Potência AC nominal       | 20.0 kWac          |

---

Grupo FV

| Nome e orientação do sub-grupo |                      | Ajuda para o dimensionamento       |   |
|--------------------------------|----------------------|------------------------------------|---|
| Nome                           | Grupo FV             | <input type="radio"/> Sem pré dim. | Introduza Pnom desejado 20.2 kWp                  |
| Orientação                     | Plano inclinado fixo | <input type="radio"/> Resize       | Superfície disponível(módulos) 114 m <sup>2</sup> |
| Inclinação                     | 30°                  |                                    |   |
| Azimute                        | 0°                   |                                    |   |

---

Seleção do módulo FV

Disponíveis:  Filter: All PV modules Número aproximado de módulos necessários: 59

Jinkosolar 340 Wp 32V Si-poly JKM 340PP-72-V Since 2017 Manufacturer 2017

Dimens. das tensões (pp (60°C) 33.3 V  
Voc (-10°C) 53.0 V

Use Optimizer

---

Seleção do inversor

Disponíveis:  Output voltage 240 V Mono 60Hz  50 Hz  60 Hz

ABB 5.0 kW 90 - 580 V TL 60 Hz UNO-DM-5.0-TL-PLUS-US-S-RA (240V) Since 2017

N.º de entradas MPPT 8  Tensão de funcionamento: 90-580 V Inverter power used 20.0 kWac  
Tensão máxima entrada: 600 V **Inversor com 2 MPPT**

Utilize multi-MPPT

---

Dimensionamento do grupo

Número de módulos e strings

Mod. em série 8  entre 3 e 11

Nr. strings 8  única possibilidade 8

Perdas sobre-pot. 0.0 %

Rácio Pnom 1.09

Nr. módulos 64 Superfície 124 m<sup>2</sup>

Condições de funcionamento

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| V <sub>mpp</sub> (60°C) | 266 V |
| V <sub>mpp</sub> (20°C) | 320 V |
| V <sub>oc</sub> (-10°C) | 424 V |

Irradiância no plano 1000 W/m<sup>2</sup>

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| I <sub>mpp</sub> (STC)   | 70.3 A |
| I <sub>sc</sub> (STC)    | 73.8 A |
| I <sub>sc</sub> (em STC) | 73.8 A |

A potência máxima, do grupo é maior que a potência máxima especificada para este inversor. (Informação, irrelevante)

Max. dados  STC

Potênc. Máx. em funcionamento 19.7 kW em 1000 W/m<sup>2</sup> e 50°C

**Potência nominal do grupo (21.8)kWp**

Fonte: PVsyst® (2018).

Os módulos fotovoltaicos escolhidos foram da marca Jinko Solar de 340 Wp, pelo fato de ser a marca que a mesma empresa que forneceu o orçamento trabalha. A marca de inversores usados pela empresa não consta no banco de dados do software, assim foi escolhida a marca ABB, por ser conhecida.

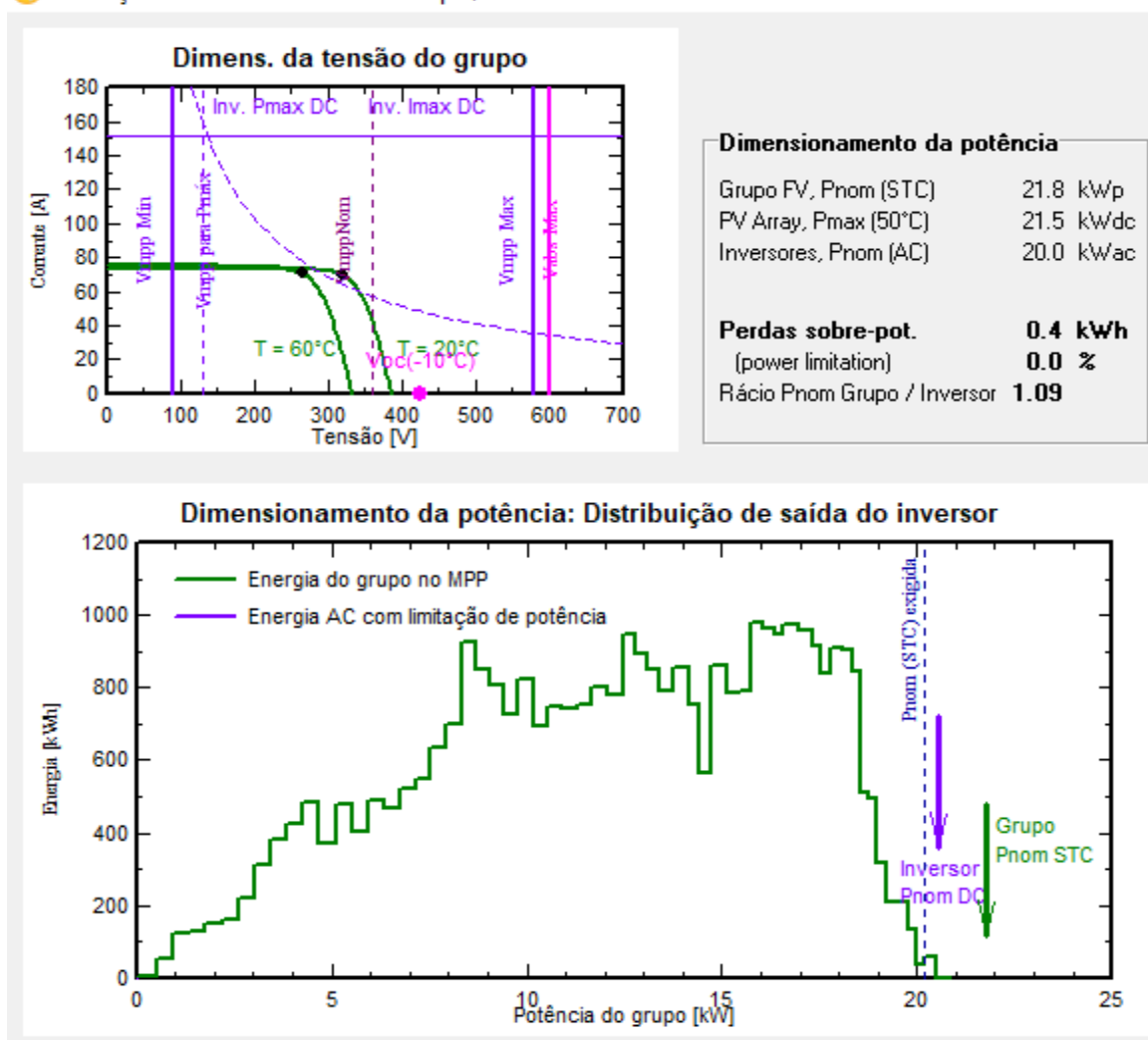
Por mais que tenha sido informada a potência nominal, em função dos arranjos necessários dos painéis em série e das *strings*, o sistema reorganiza o sistema para o mais próximo possível. No caso, foi informado a potência de 20,2 kWp, porém, a potência final do sistema foi de 21,8 kWp, com a instalação de 64 módulos fotovoltaicos de 340Wp, divididos em 8 *strings* com 8 módulos em série cada. A área ocupada pelos módulos será de 124 m<sup>2</sup>. Foram escolhidos 4 inversores de 5kW, resultado em 20kW e que operam na tensão de 90-580V. A produção do sistema foi de 33.59 MWh/ano, um pouco mais do que os 32.45

MWh/ano consumidos pelo aviário 1. Logo, o excedente de energia gerada foi injetado na rede.

A divisão do sistema em *strings* é feita para o sistema não trabalhar fora da faixa de tensão do inversor, pois a tensão aumenta com a associação dos módulos em série. A Figura 4.9 mostra que a produção não ficará fora da faixa do inversor.

Figura 4.9 – Faixa de potência do inversor do aviário 1

Condições de dimensionamento Grupo / Inversor



Fonte: *PVsys*® (2018)

Mesmo que a potência instalada de 20 kW dos inversores seja menor que a potência de 21,8 kWp dos módulos, o sistema não ficará subdimensionado, respeitando a faixa de potência do inversor.

#### 4.1.2 Aviário 2

Como o consumo de energia do aviário 2, que foi de 36348 kWh/ano, é parecido com o consumo do aviário 1, que foi de 32458 kWh/ano, foi utilizado o mesmo dimensionamento para ambos. A partir da utilização do pré-dimensionamento do *PVsys*®, em função do consumo anual de energia, a potência nominal do sistema foi de 22,6 kWp.

Assim, foi usado o mesmo dimensionamento do aviário 1, de 21,8 kWp com a instalação de 64 módulos fotovoltaicos de 340 Wp, 4 inversores de 5 kW, resultado em 20 kW e área ocupada pelos módulos de 124 m<sup>2</sup>. A geração do sistema de 33.59 MWh/ano é um pouco menor do que os 36.34 MWh/ano, gastos pelo aviário. Porém, como o sistema do aviário 1 gera excedentes para a rede, eles se equivalem, e, pelas unidades consumidoras estarem vinculadas ao mesmo titular, pode ser feito o sistema de compensação proposto pela Resolução Normativa ANEEL 687.

#### 4.1.3 Aviário 3

Para o dimensionamento do aviário 3 foram executados os mesmos passos no simulador *PVsys*®, aproveitando a radiação solar e a inclinação dos módulos de 30°. A partir do consumo anual de energia elétrica de 53267 kWh, foi realizado um pré-dimensionamento que resultou em uma potência nominal de 33,1 kWp para suprir a demanda energética. Com a potência nominal do sistema definida, foram escolhidos: marca, quantidade, potência dos módulos fotovoltaicos e inversores, além dos arranjos necessários para os módulos. A figura 4.10 mostra a composição da planta fotovoltaica.

Figura 4.10 – Planta fotovoltaica do aviário 3

Definição de um sistema em rede, Variante "Nova variante da simulação"

**Configuração global do sistema**

1 Número de tipo de sub-grupos

Esquema simplificado

**Sumário do sistema global**

|                    |                    |                     |           |
|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|
| Número de módulos  | 100                | Potência FV nominal | 34.0 kWp  |
| Superfície módulos | 194 m <sup>2</sup> | Potência máxima FV  | 33.6 kWdc |
| N.º de inversores  | 5                  | Potência AC nominal | 30.0 kWac |

---

Grupo FV

**Nome e orientação do sub-grupo**

Nome: Grupo FV

Orientação: Plano inclinado fixo

Inclinação: 30°  
Azimute: 0°

**Ajuda para o dimensionamento**

Sem pré dim. Introduza Pnom desejado: 33.1 kWp

Resize Superfície disponível(módulos): 188 m<sup>2</sup>

---

**Seleção do módulo FV**

Disponíveis: Jinkosolar

340 Wp 32V Si-poly JKM 340PP-72-V Since 2017 Manufacturer 2017

Número aproximado de módulos necessários: 97

Sizing voltages: Vmpp (60°C) 33.3 V  
Voc (-10°C) 53.0 V

Use Optimizer

---

**Seleção do inversor**

Disponíveis: ABB

6.0 kW 90 - 580 V TL 60 Hz UNO-DM-6.0-TL-PLUS-US (240V) Since 2017

N.º de entradas MPPT: 10

Utilize multi-MPPT

Tensão de funcionamento: 90-580 V  
Tensão máxima entrada: 600 V

Inverter power used: 30.0 kWac

**Inversor com 2 MPPT**

---

**Dimensionamento do grupo**

Número de módulos e strings

Mod. em série: 10 entre 3 e 11

Nr. strings: 10 única possibilidade 10

Perdas sobre-pot. 0.0 %  
Rácio Pnom 1.13

**Nr. módulos: 100 Superfície 194 m<sup>2</sup>**

**Condições de funcionamento**

Vmpp (60°C) 333 V  
Vmpp (20°C) 399 V  
Voc (-10°C) 530 V

Irradiância no plano: 1000 W/m<sup>2</sup>

Imp (STC) 87.9 A  
Isc (STC) 92.2 A  
Isc (em STC) 92.2 A

A potência máxima, do grupo é maior que a potência máxima especificada para este inversor. (Informação, irrelevante)

Max. dados  STC

Potênc. Máx. em funcionamento 30.8 kW em 1000 W/m<sup>2</sup> e 50°C

**Potência nominal do grupo (34.0)kWp**

Fonte: PVsyst® (2018).

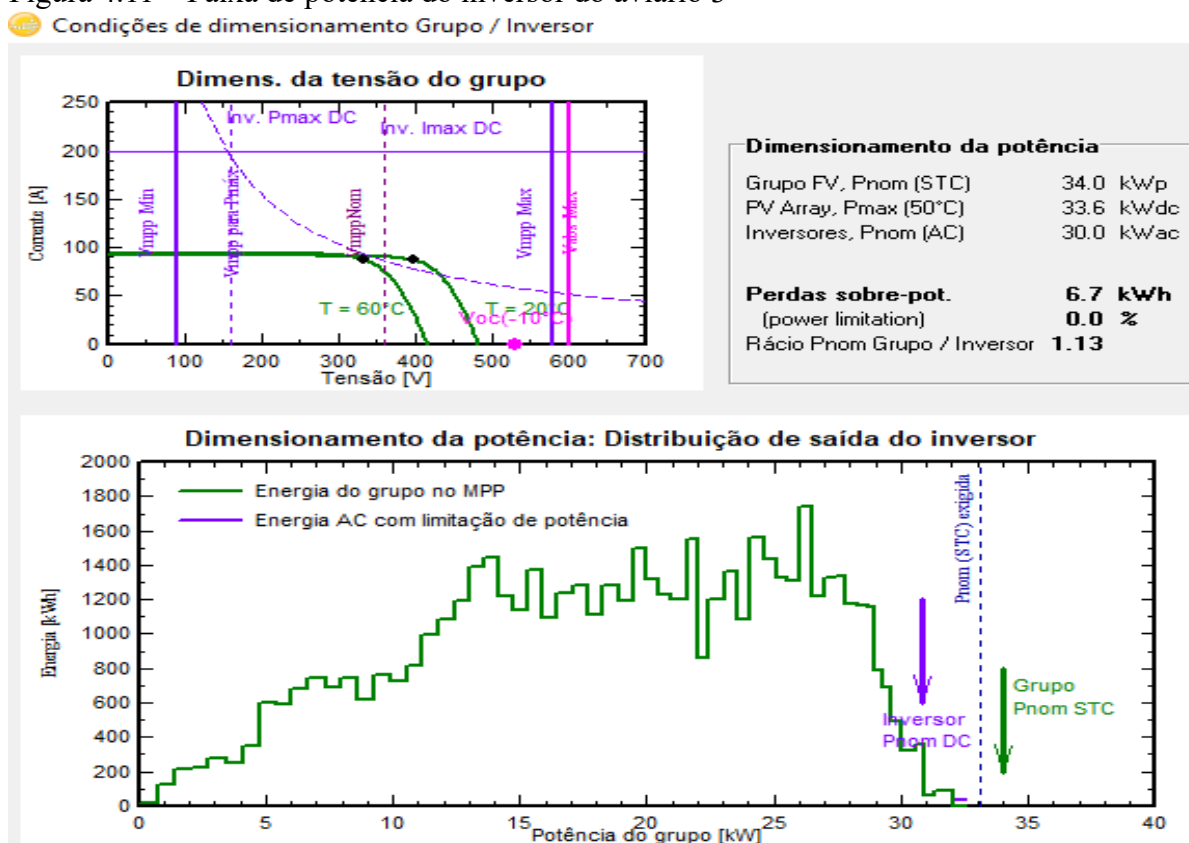
Os módulos continuam sendo da marca Jinko Solar e os inversores da marca ABB. O *software* se aproxima ao máximo da potência nominal estabelecida, divergindo, devido aos arranjos necessários do sistema, como número de *strings* e módulos em série, necessários em função da potência dos módulos e inversores.

A partir do dimensionamento, chegou-se a uma potência de 34 kWp, sendo necessários 100 módulos fotovoltaicos de 340 Wp, divididos em 10 *strings* com 10 módulos associados em série e ocupando uma área de aproximadamente 194 m<sup>2</sup>. Foram utilizados 5 inversores de 6 kW, resultando em 30 kW. Pelos resultados obtidos a geração do sistema foi de 52.9 MWh/ano, se aproximando dos 53.26 MWh/ano, consumidos pelo aviário no período de tempo estudado.

Para o inversor não trabalhar fora da faixa de tensão, o sistema é dividido nas 10 *strings*, pois com a associação dos módulos em série a tensão aumenta. Conforme a figura

4.11, o sistema não ficará subdimensionado, ficando dentro da faixa do inversor, por mais que a potência de 30 kW dos inversores seja menor que a potência de 34 kW dos módulos fotovoltaicos.

Figura 4.11 – Faixa de potência do inversor do aviário 3



Fonte: PVsyst® (2018).

A tabela 4.2 a seguir, exemplifica a composição da planta fotovoltaica total, a partir do dimensionamento de cada aviário.

Tabela 4.2 – Dimensionamento total

|           | Pré Dimensionamento (kWp) | Dimensionamento Pvsyst (kWp) | Potência Inversor (kW) | Quantidade de módulos | Potência Gerada (MWh/ano) |
|-----------|---------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Aviário 1 | 20,2                      | 21,8                         | 20                     | 64                    | 33.59                     |
| Aviário 2 | 22,6                      | 21,8                         | 20                     | 64                    | 33.59                     |
| Aviário 3 | 33,1                      | 34                           | 30                     | 100                   | 52.9                      |
| Total     | 75,9                      | 77,6                         | 70                     | 228                   | 120.08                    |

Fonte: Autor (2018).

A tabela 4.2 mostra que a potência total para atender a demanda da propriedade foi de 77,6 kWp, com a instalação de 228 módulos fotovoltaicos de 340 Wp.

#### 4.2 DIMENSIONAMENTO PARCIAL

O consumo de energia elétrica parcial da propriedade rural, que consiste no consumo de apenas uma tarifa, está representado na tabela 4.3, dividido o consumo para cada aviário, bem como a média mensal e o consumo anual, compreendido entre o mês de junho de 2017 até o mês de maio de 2018.

Tabela 4.3 – Consumo de energia elétrica da tarifa rural

| Consumo kWh.mês <sup>-1</sup> |           |           |           |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Mês/Ano                       | Aviário 1 | Aviário 2 | Aviário 3 |
| jun/17                        | 1846      | 2149      | 2653      |
| jul/17                        | 1469      | 1645      | 3014      |
| ago/17                        | 1176      | 1349      | 2054      |
| set/17                        | 995       | 1338      | 1229      |
| out/17                        | 2353      | 2751      | 3503      |
| nov/17                        | 1513      | 1797      | 2004      |
| dez/17                        | 1781      | 2086      | 2690      |
| jan/18                        | 1602      | 1851      | 2719      |
| fev/18                        | 3693      | 4111      | 5908      |
| mar/18                        | 413       | 402       | 935       |
| abr/18                        | 1527      | 1743      | 1993      |
| mai/18                        | 2604      | 3074      | 4520      |
| Média mensal                  | 1748      | 2025      | 2768      |
| Consumo anual                 | 20972     | 24296     | 33222     |
| Consumo total                 | 78490     |           |           |

Fonte: Autor (2018).

Segundo as tabelas 4.1 – Consumo de energia elétrica da propriedade e 4.3 – Consumo de energia elétrica da tarifa rural, o consumo de energia elétrica da tarifa rural de 78490 kWh/ano corresponde á aproximadamente 64% do consumo total da propriedade de 122073 kWh/ano. Assim foi feito o dimensionamento parcial dos aviários.

#### 4.2.1 Aviário 1

O dimensionamento parcial do aviário 1 seguiu os mesmos passos dos dimensionamentos anteriores no *software PVsyst®* e usou o mesmo parâmetro de radiação solar e inclinação dos módulos de 30°. O pré-dimensionamento foi realizado a partir do consumo anual de energia elétrica, que foi de 20972 kWh e resultou em uma potência nominal de 13 kWp. Posteriormente, foi escolhida a quantidade, potência e marca dos módulos e inversores que irão compor a planta fotovoltaica, conforme a figura 4.12.

Figura 4.12 – Planta fotovoltaica parcial do aviário 1

Definição de um sistema em rede, Variante: "Nova variante da simulação"

**Configuração global do sistema**

1 Número de tipo de sub-grupos

Esquema simplificado

**Sumário do sistema global**

|                    |       |                     |           |
|--------------------|-------|---------------------|-----------|
| Número de módulos  | 42    | Potência FV nominal | 14.3 kWp  |
| Superfície módulos | 81 m² | Potência máxima FV  | 14.1 kWdc |
| N.º de inversores  | 3     | Potência AC nominal | 12.6 kWac |

**Grupo FV**

**Nome e orientação do sub-grupo**

Nome: Grupo FV

Orientação: Plano inclinado fixo

Inclinação: 30°

Azimute: 0°

**Ajuda para o dimensionamento**

Sem pré dim. Introduza Pnom desejado: 13.0 kWp

Superfície disponível(módulos): 74 m²

**Seleção do módulo FV**

Disponíveis: Jinkosolar

Filter: All PV modules

Número aproximado de módulos necessários: 38

340 Wp 32V Si-poly JKM 340PP-72V Since 2017 Manufacturer 2017

Abriu

Dimens. das tensões op (60°C): 33.3 V

Voc (-10°C): 53.0 V

Use Optimizer

**Seleção do inversor**

Disponíveis: ABB

Output voltage 240 V Mono 60Hz

4.2 kW 90 - 580 V TL 60 Hz UNO-DM-3.8-TL-PLUS-US-S-RA (240V) Since 2017

Abriu

N.º de entradas MPPT: 6

Tensão de funcionamento: 90-580 V

Inverter power used: 12.6 kWac

Tensão máxima entrada: 600 V

Utilize multi-MPPT

**Inversor com 2 MPPT**

50 Hz

60 Hz

**Dimensionamento do grupo**

**Número de módulos e strings**

Mod. em série: 7 entre 3 e 11

Nr. strings: 6 única possibilidade 6

Perdas sobre-pot.: 0.0 %

Rácio Pnom: 1.13

Ver dimensões

Nr. módulos: 42 Superfície: 81 m²

**Condições de funcionamento**

Irradiância no plano: 1000 W/m²

Vmpp (60°C): 233 V

Vmpp (20°C): 280 V

Voc (-10°C): 371 V

I<sub>mpp</sub> (STC): 52.7 A

I<sub>sc</sub> (STC): 55.3 A

I<sub>sc</sub> (em STC): 55.3 A

A potência máxima, do grupo é maior que a potência máxima especificada para este inversor. (Informação, irrelevante)

Max. dados

STC

Potênc. Máx. em funcionamento: 12.9 kW em 1000 W/m² e 50°C

**Potência nominal do grupo (14.3)kWp**

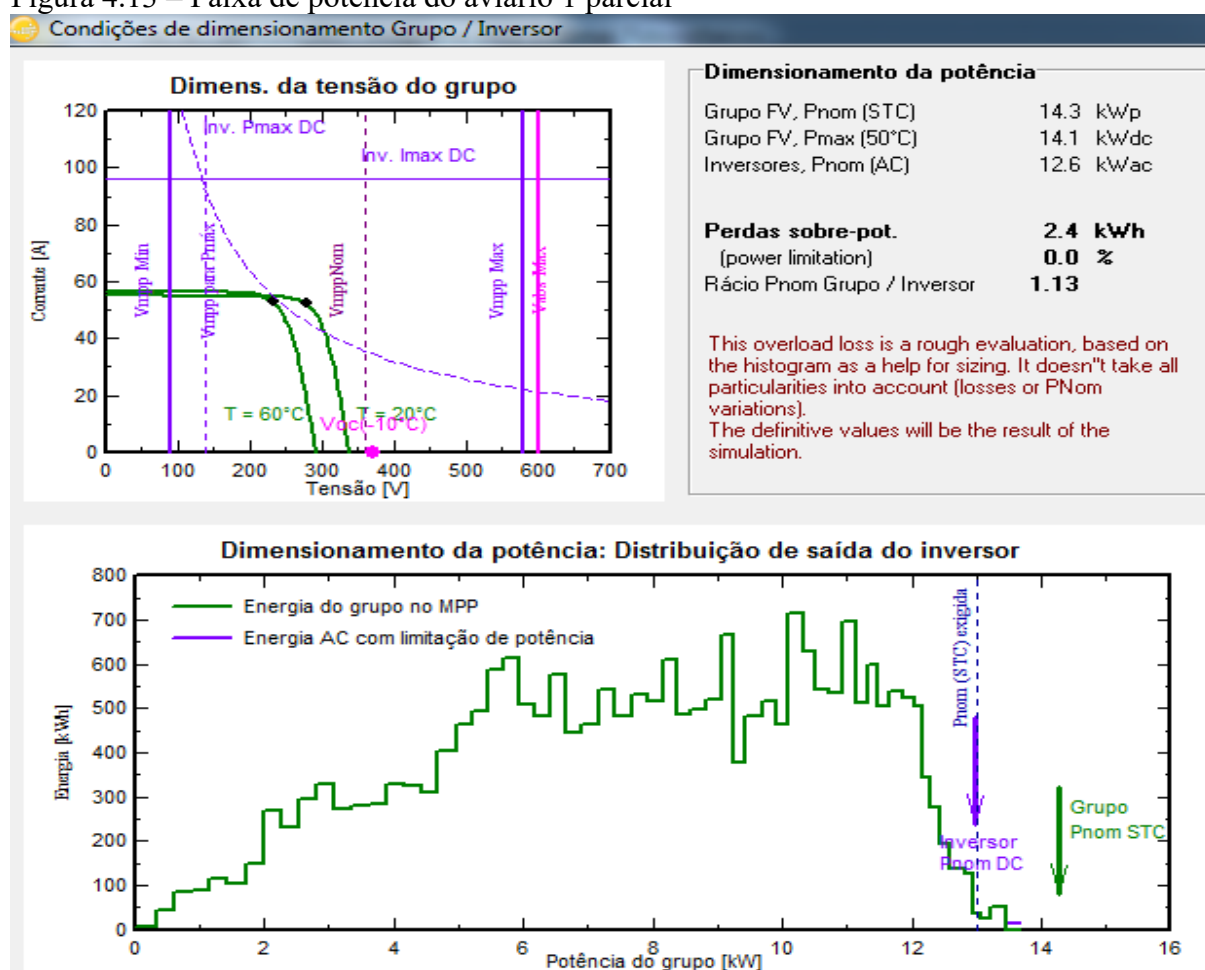
Fonte: PVsyst® (2018).

Partindo do pré-dimensionamento e, em função dos arranjos necessários, o sistema chegou a uma potência de 14,3 kWp. A planta fotovoltaica foi composta por 42 módulos

fotovoltaicos de 340 Wp da marca Jinko Solar, divididos em 6 *strings* com 7 módulos em série cada, resultando em uma área total para instalação de 81 m<sup>2</sup>. Além disso, foram utilizados 3 inversores de 4,2 kW da marca ABB, com um total de 12,6 kW de potência. A partir dos resultados colhidos do *software*, a geração do sistema foi de 22.08 MWh/ano, mais do que os 20.97 MWh/ano de energia consumidos pelo aviário, sendo o excedente injetado na rede.

Por mais que a potência dos inversores de 12,6 kW seja menor que a potência dos módulos fotovoltaicos de 14,3 kWp, o sistema não ficará subdimensionado.

Figura 4.13 – Faixa de potência do aviário 1 parcial



Fonte: PVsyst® (2018).

Conforme a figura 4.13, a partir dos arranjos necessários os valores da corrente e tensão ficaram dentro da faixa do inversor.

#### 4.2.2 Aviário 2

Para o dimensionamento parcial do aviário 2 foi usado o mesmo princípio anterior, pelo fato do consumo de energia dos aviários serem parecidos, sendo que o consumo do aviário 2, foi de 24296 kWh/ano, enquanto do aviário 1, foi de 20972 kWh/ano. Assim, foi utilizado o mesmo dimensionamento para o aviário parcial 2 e a partir do consumo anual de energia, o pré-dimensionamento realizado pelo *PVsys*® foi de 15,1 kWp.

A planta fotovoltaica foi formada por 42 módulos fotovoltaicos de 340 Wp da marca Jinko Solar, resultando em uma potência nominal de 14,3 kWp. Foram necessários 3 inversores de 4,2 kW da marca ABB, totalizando 12,6 kW de potência. Em função dos arranjos necessários, o sistema foi dividido em 6 *strings* compostas por 7 módulos em série, totalizando uma área necessária para instalação dos módulos de 81 m<sup>2</sup>.

Como o gasto de energia elétrica anual foi de 24.29 MWh/ano e o sistema gerando 22.08 MWh/ano, não seria possível suprir 100% do consumo do aviário 2. Porém, a partir do sistema de compensação proposto pela Resolução Normativa ANEEL 687, o excedente que foi injetado na rede pelo aviário 1 seria usado para suprir o restante do consumo do aviário 2, pelo fato de ambas as tarifas estarem cadastradas pelo mesmo titular.

#### 4.2.3 Aviário 3

O pré-dimensionamento parcial do aviário 3 seguiu o parâmetro de inclinação de 30° dos módulos e teve como referência o consumo anual de energia de 33222 kWh, e, através do software *PVsys*® definiu a potência de 20,6 kWp necessária para suprir o consumo energético. A partir da potência definida foi decidida a planta fotovoltaica com a escolha dos módulos fotovoltaicos e inversores, conforme a figura 4.14.

Figura 4.14 – Planta fotovoltaica parcial do aviário 3

Definição de um sistema em rede, Variante "Nova variante da simulação"

| Configuração global do sistema |                              | Sumário do sistema global |                    |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------|
| 1                              | Número de tipo de sub-grupos | Número de módulos         | 64                 |
|                                |                              | Superfície módulos        | 124 m <sup>2</sup> |
|                                |                              | N.º de inversores         | 4                  |
|                                |                              | Potência FV nominal       | 21.8 kWp           |
|                                |                              | Potência máxima FV        | 21.5 kWdc          |
|                                |                              | Potência AC nominal       | 20.0 kWac          |

---

Grupo FV

| Nome e orientação do sub-grupo |                            | Ajuda para o dimensionamento |   |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|---|
| Nome                           | Grupo FV                   | Sem pré dim.                 | Introduza Pnom desejado 20.6 kWp                  |
| Orient.                        | Plano inclinado fixo       | Resize                       | Superfície disponível(módulos) 118 m <sup>2</sup> |
|                                | clinação 30°<br>Azimute 0° |                              |   |

---

| Seleção do módulo FV |            | Número aproximado de módulos necessários |                   |
|----------------------|------------|--|-------------------|
| Disponíveis          | Jinkosolar | 340 Wp 32V Si-poly JKM 340PP-72-V        | 61                |
|                      |            | Since 2017                               | Manufacturer 2017 |
|                      |            | Sizing voltages : Vmpp (60°C)            | 33.3 V            |
|                      |            | Voc (-10°C)                              | 53.0 V            |

---

| Seleção do inversor                                    |     | Frequência   |  |
|--|-----|--|--|
| Disponíveis  | ABB | 5.0 kW 90 - 580 V TL 60 Hz UNO-DM-5.0-TL-PLUS-US-S-RA (208V) | 50 Hz<br><input checked="" type="checkbox"/> 60 Hz |
|  |     | Since 2017   |  |
| N.º de entradas MPPT                                   | 8   | Tensão de funcionamento:                                     | 90-580 V   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Utilize multi-MPPT |     | Tensão máxima entrada:                                       | 600 V  |
|  |     | Inverter power used  | 20.0 kWac  |
|  |     | <b>Inversor com 2 MPPT</b>                                   |  |

---


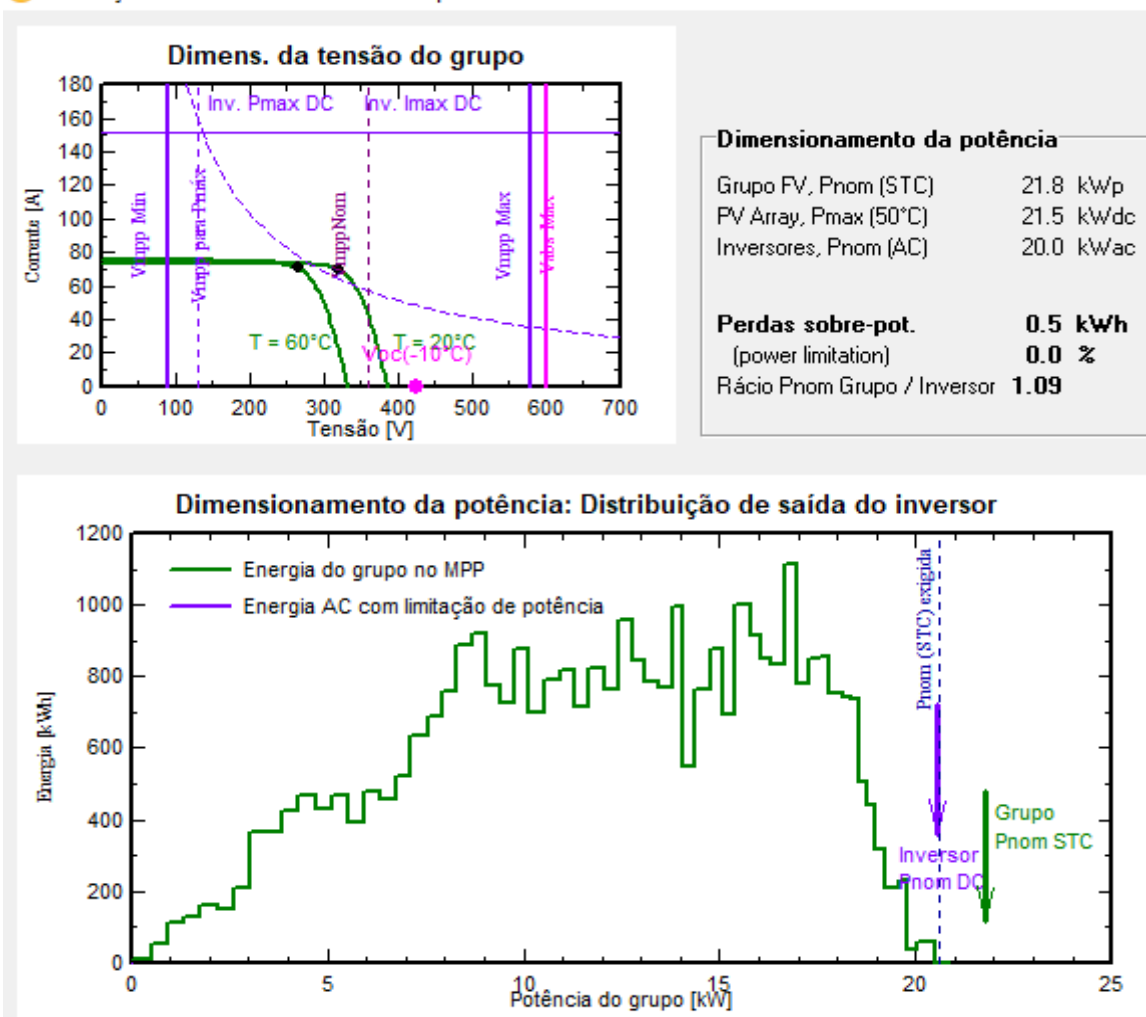
| Dimensionamento do grupo    |                    | Condições de funcionamento |                       | Alerta de potência  |  |
|-----------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|---|--|
| Número de módulos e strings |                    | Vmpp (60°C)                | 266 V                 | A potência máxima, do grupo é maior que a potência máxima especificada para este inversor. (Informação, irrelevante)                              |  |
| Mod. em série               | 8                  | Vmpp (20°C)                | 320 V                 |   |  |
| Nr. strings                 | 8                  | Voc (-10°C)                | 424 V                 |   |  |
| Perdas sobre-pot.           | 0.0 %              | Irradiância no plano       | 1000 W/m <sup>2</sup> | <input type="radio"/> Max. dados<br><input checked="" type="radio"/> STC<br>Potênc. Máx. em funcionamento 19.7 kW em 1000 W/m <sup>2</sup> e 50°C |  |
| Rácio Pnom                  | 1.09               | Imp (STC)                  | 70.3 A                |   |  |
| Nr. módulos                 | 64                 | Isc (STC)                  | 73.8 A                |   |  |
| Superfície                  | 124 m <sup>2</sup> | Isc (em STC)               | 73.8 A                | <b>Potência nominal do grupo (21.8)kWp</b>  |  |

Fonte: PVsyst® (2018).

A potência nominal do sistema, buscando ficar o mais próximo do pré-dimensionamento, foi de 21,8 kWp. A planta fotovoltaica constituiu de 64 módulos fotovoltaicos da marca Jinko Solar de 340 Wp, sendo necessários 124 m<sup>2</sup> para a instalação dos módulos. Foram utilizados 4 inversores de 5 kW, totalizando uma potência de 20 kW. A geração de energia do sistema de 33.59 MWh atende o consumo do aviário de 33.22 MWh e sobra excedente que é injetada na rede.

O sistema ficou dentro da faixa de tensão estabelecida do inversor, sendo necessário dividir o sistema em 8 strings com 8 módulos em série, pois a tensão aumenta com a associação dos módulos em série. A potência dos inversores de 20 kW, menor que a potência de 21,8 kWp dos módulos, não faz com que o sistema fique subdimensionado, conforme a figura 4.15.

Figura 4.15 – Faixa de potência do aviário 3 parcial

 Condições de dimensionamento Grupo / Inversor


Fonte: PVsyst® (2018).

A tabela 4.4 a seguir, resume a composição da usina fotovoltaica dimensionada anteriormente.

Tabela 4.4 – Dimensionamento parcial

|           | Pré Dimensionamento (kWp) | Dimensionamento Pvsyst (kWp) | Potência Inversor (kW) | Quantidade de módulos | Potência Gerada (MWh/ano) |
|-----------|---------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Aviário 1 | 13                        | 14,3                         | 12,6                   | 42                    | 22.08                     |
| Aviário 2 | 15,1                      | 14,3                         | 12,6                   | 42                    | 22.08                     |
| Aviário 3 | 20,6                      | 21,8                         | 20                     | 64                    | 33.59                     |
| Total     | 48,7                      | 50,4                         | 45,2                   | 148                   | 77.75                     |

Fonte: Autor (2018).

Para a composição total da usina fotovoltaica, conforme a tabela 4.4, foi necessário a instalação de 148 módulos fotovoltaicos de 340 Wp, resultando em uma potência de 50,4 kWp.

### 4.3 CÁLCULO PARA RETORNO DO INVESTIMENTO

Neste tópico foi calculado o retorno do investimento, através do método do *payback* descontado, para a instalação da usina fotovoltaica na propriedade rural. Foram realizadas duas situações, o retorno para suprir o consumo de energia elétrica total e para suprir o consumo parcial da propriedade.

Segundo Castro (2018), o aumento da tarifa de energia elétrica, cobrado pela Distribuidora de energia COPEL entre os anos de 2013 e 2017, foi de 13,99% ao ano.

A taxa de atratividade, que é o retorno mínimo esperado de um investimento, usada, foi a Taxa Selic, que é uma taxa básica de juros da economia brasileira, e em novembro de 2018 estava em 6,4% ao ano.

#### 4.3.1 Retorno do Dimensionamento Total

Para o dimensionamento total da propriedade foi utilizado o orçamento realizado pela empresa BioWatts, que está nos anexos A, B e C, para determinar o fluxo de caixa, conforme a tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Orçamento do dimensionamento total

| Orçamento (R\$) |                   |
|-----------------|-------------------|
| Aviário 1       | 113.925,74        |
| Aviário 2       | 113.925,74        |
| Aviário 3       | 149.313,78        |
| <b>Total</b>    | <b>377.165,26</b> |

Fonte: Autor (2018).

Segundo a tabela 4.5, para a instalação da usina fotovoltaica a fim de suprir o consumo total de energia elétrica da propriedade, o investimento será de R\$ 377.165,26.

O retorno financeiro inicial foi feito a partir das tarifas de energia elétrica da propriedade no período de estudo, de junho de 2017 á Maio de 2018, conforme a tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Conta de energia elétrica total da propriedade

| Preço das Tarifas (R\$) |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Mês/Ano                 | Aviário 1 | Aviário 2 | Aviário 3 |
| jun/17                  | 700,59    | 802,69    | 1.033,41  |
| jul/17                  | 574,12    | 650,92    | 1.203,08  |
| ago/17                  | 477,07    | 541,43    | 840,52    |
| set/17                  | 432,04    | 559,48    | 551,64    |
| out/17                  | 958,13    | 1.111,50  | 1.481,79  |
| nov/17                  | 611,72    | 716,41    | 848,33    |
| dez/17                  | 740,87    | 853,89    | 1.147,38  |
| jan/18                  | 672,95    | 757,78    | 1.150,23  |
| fev/18                  | 1.499,61  | 1.639,59  | 2.427,66  |
| mar/18                  | 168,42    | 155,17    | 376,50    |
| abr/18                  | 593,97    | 661,11    | 780,70    |
| mai/18                  | 998,09    | 1.155,02  | 1.725,75  |
| Total por aviário       | 8.427,58  | 9.604,99  | 13.566,99 |
| Total ano               | 31.599,56 |           |           |

Fonte: Autor (2018).

Segundo a tabela 4.6, a economia anual de energia elétrica que a propriedade teria com a instalação do sistema fotovoltaico seria de R\$ 31.599,56.

A partir das taxas e valores encontrados e da equação 2.1 do *payback* descontado, foi realizado o tempo de retorno do investimento, conforme mostra a tabela 4.7.

Tabela 4.7 – *Payback* descontado total

| Ano | Fluxo de Caixa Descontado (R\$) | Fluxo de Caixa Descontado Acumulado (R\$) |
|-----|---------------------------------|---|
|     | -377.165,23                     | -377.165,23                               |
| 1   | 29.698,83                       | -347.466,40                               |
| 2   | 31.817,39                       | -315.649,01                               |
| 3   | 34.087,07                       | -281.561,94                               |
| 4   | 36.518,66                       | -245.043,28                               |
| 5   | 39.123,70                       | -205.919,58                               |
| 6   | 41.914,57                       | -164.005,01                               |
| 7   | 44.904,53                       | -119.100,48                               |
| 8   | 48.107,78                       | -70.992,70                                |
| 9   | 51.539,53                       | -19.453,18                                |
| 10  | 55.216,08                       | 35.762,90                                 |

Fonte: Autor (2018).

De acordo com os resultados obtidos na tabela 4.7, o retorno para o investimento seria com 9 anos e 4 meses.

#### 4.3.2 Retorno do Dimensionamento Parcial

Para determinar o fluxo de caixa do dimensionamento parcial da propriedade, foi utilizado o orçamento realizado pela empresa BioWatts, que está nos anexos A, B e C. A tabela 4.8 a seguir, mostra o investimento necessário.

Tabela 4.8 – Orçamento do dimensionamento parcial

| Orçamento (R\$) |                   |
|-----------------|-------------------|
| Aviário 1       | 74.414,34         |
| Aviário 2       | 74.414,34         |
| Aviário 3       | 113.925,74        |
| <b>Total</b>    | <b>262.754,42</b> |

Fonte: Autor (2018).

Conforme a tabela 4.8, o investimento para a instalação da usina fotovoltaica, com o intuito de suprir o consumo parcial de energia elétrica da propriedade, será de R\$ 262.754,42.

Pelas tarifas de energia elétrica no período de junho de 2017 a Maio de 2018, o retorno financeiro inicial foi realizado conforme a tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Conta de energia elétrica parcial da propriedade

| Preço das Tarifas (R\$) |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Mês/Ano                 | Aviário 1 | Aviário 2 | Aviário 3 |
| jun/17                  | 572,16    | 666,07    | 822,28    |
| jul/17                  | 466,84    | 522,79    | 957,85    |
| ago/17                  | 391,25    | 448,81    | 683,36    |
| set/17                  | 333,50    | 448,48    | 411,94    |
| out/17                  | 793,45    | 927,66    | 1.181,27  |
| nov/17                  | 514,13    | 610,65    | 681,00    |
| dez/17                  | 605,22    | 708,87    | 914,12    |
| jan/18                  | 544,04    | 628,61    | 923,37    |
| fev/18                  | 1.241,54  | 1.382,07  | 1.986,19  |
| mar/18                  | 136,13    | 132,50    | 308,21    |
| abr/18                  | 495,68    | 565,80    | 646,96    |
| mai/18                  | 845,31    | 997,88    | 1.467,29  |
| Total por aviário       | 6.939,25  | 8.040,19  | 10.983,84 |
| Total ano               | 25.963,28 |           |           |

Fonte: Autor (2018).

Com a instalação do sistema fotovoltaico, a propriedade teria uma economia anual com energia elétrica, segundo a tabela 4.9, de R\$ R\$ 25.963,28.

O tempo para o retorno do investimento foi realizado pela equação 2.1 do *payback* descontado, a partir das taxas e valores encontrados. A tabela 4.10 mostra o tempo necessário para o retorno.

Tabela 4.10 – *Payback* descontado parcial

| Ano | Fluxo de Caixa Descontado (R\$) | Fluxo de Caixa Descontado Acumulado (R\$) |
|-----|---------------------------------|---|
|     | -262.754,42                     | -262.754,42                               |
| 1   | 24.401,58                       | -238.352,84                               |
| 2   | 26.142,26                       | -212.210,59                               |
| 3   | 28.007,10                       | -184.203,48                               |
| 4   | 30.004,98                       | -154.198,51                               |
| 5   | 32.145,37                       | -122.053,14                               |
| 6   | 34.438,45                       | -87.614,69                                |
| 7   | 36.895,10                       | -50.719,59                                |
| 8   | 39.527,00                       | -11.192,59                                |
| 9   | 42.346,64                       | 31.154,04                                 |
| 10  | 45.367,42                       | 76.521,46                                 |

Fonte: Autor (2018).

A partir dos cálculos realizados na tabela 4.10, constata-se que o retorno do investimento aconteceria com 8 anos e 3 meses.

## 5 CONCLUSÃO

A preocupação com o meio ambiente e a busca pela diversificação na matriz elétrica brasileira, que é predominantemente hidráulica, faz com que novas formas de geração renovável de energia elétrica sejam adotadas. A energia solar, a partir dos painéis fotovoltaicos, ganha destaque, pelo fato de o Sol ser uma fonte inesgotável de energia e o Brasil possuir um grande potencial de aproveitamento solar devido à localização geográfica privilegiada em que se encontra.

O presente trabalho avaliou a viabilidade econômica e ambiental na implantação de uma usina fotovoltaica em uma propriedade rural na cidade de Cascavel – PR, para atender a demanda energética de três aviários.

Foi levada em consideração para o estudo, a radiação solar incidente sobre a propriedade, a localização geográfica e o consumo de energia elétrica para realizar, a partir do *software PVsyst®*, dois diferentes dimensionamentos, o dimensionamento total para atender 100% do consumo energético e o dimensionamento parcial para atender aproximadamente 64% do consumo, ou apenas da tarifa rural, já que a propriedade é cadastrada no Programa de TRN, que oferece descontos na tarifa no período noturno.

O dimensionamento foi realizado para cada aviário separadamente, pelo fato de cada um possuir uma entrada de serviço, e pela tabela de dimensionamento da NTC 901100, por restringir a potência de geração a partir do disjuntor que cada aviário possui, não sendo possível realizar apenas um dimensionamento para suprir o consumo dos três aviários.

A potência necessária para suprir 100% do consumo energético dos três aviários de 122073 kWh/ano foi de 21,8 kWp para o aviário 1 e a mesma potência para o aviário 2 por possuírem consumos parecidos, e do aviário 3 foi de 34 kWp, totalizando 77,6 kWp de potência total instalada, sendo necessários 228 módulos fotovoltaicos de 340 Wp, com um investimento total, realizado a partir do orçamento feito pela empresa BioWatts Energia Solar, de R\$ 377.165,26. O retorno para o investimento a partir do cálculo do *payback* descontado, foi de 9 anos e 4 meses.

O dimensionamento parcial, para suprir 78490 MWh/ano ou aproximadamente 64% do consumo energético total da propriedade, foi de 14,3 kWp de potência para o aviário 1, a mesma potência para o aviário 2 e 21,8 kWp para o aviário 3, totalizando 50,4 kWp de potência total, a partir da instalação de 148 módulos fotovoltaicos de 340 Wp. O orçamento

realizado pela empresa BioWatts Energia Solar para suprir a demanda foi de R\$ 262.754,42 e o tempo necessário para o investimento ter retorno foi de 8 anos e 3 meses.

Em função da vida útil de aproximadamente 25 anos dos módulos fotovoltaicos, em que os fabricantes garantem 80% da potência produzida, os dois cenários que foram objetos de estudo se mostram viáveis para instalação de energia fotovoltaica. O primeiro requer um investimento e um tempo de retorno maior, porém, consegue gerar toda a demanda energética da propriedade, fazendo com que no futuro os gastos com tarifas de energia elétrica sejam próximos da taxa mínima cobrada pela concessionária pelo custo de disponibilidade da rede.

O segundo cenário tem o atrativo de necessitar de um investimento menor e ter o retorno em um tempo menor, visto que, o custo com a tarifa de energia será apenas da tarifa rural noturna, um programa em que a propriedade está inscrita e que é benéfico para os avicultores por possuir um desconto de 60% em relação as tarifas rurais, resultando em um custo muito baixo do kWh consumido.

Através dos resultados evidenciados em ambos os cenários, mesmo considerando positivas todas as simulações realizadas, destaca-se a maior viabilidade da implantação da usina que suprirá todo o consumo de energia elétrica da propriedade, pois, projetos desta natureza podem ser financiados a juros subsidiados. Neste contexto, o investimento poderá apresentar taxas negativas de correção.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros, indico realizar o dimensionamento e viabilidade para um sistema híbrido de geração de energia elétrica, utilizando a energia fotovoltaica combinada com a energia gerada pelo uso do biogás, a partir dos resíduos encontrados na avicultura, a fim de gerar energia elétrica através de recursos renováveis e diminuir os gastos com a mesma.

## REFERÊNCIAS

- ABRADEE. **TARIFAS DE ENERGIA**. 2015. Disponível em: <<http://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/>> Acesso em: 29 out. 2018.
- ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil: 1ª ed.** 2002. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro\\_atlas.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2018.
- \_\_\_\_\_. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil: 3ª ed.** 2008. Disponível em: <[http://www.fisica.net/energia/atlas\\_de\\_energia\\_eletrica\\_do\\_brasul\\_3a-ed.pdf](http://www.fisica.net/energia/atlas_de_energia_eletrica_do_brasul_3a-ed.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2018.
- \_\_\_\_\_. **Banco de Informações de Geração.** 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 30 mai. 2018.
- \_\_\_\_\_. **Bandeiras Tarifárias.** 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>> Acesso em: 22 out. 2018.
- \_\_\_\_\_. **Geração Distribuída.** 2015. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/destaques-distribuicao/-/asset\\_publisher/zRFisxBAsbz9/content/geracao-distribuida-introducao-1/656827?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/destaques-distribuicao/-/asset_publisher/zRFisxBAsbz9/content/geracao-distribuida-introducao-1/656827?inheritRedirect=false)> Acesso em: 05 nov. 2018.
- \_\_\_\_\_. **Retrospectiva 2016.** 2017. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876457/2016\\_ANEEL\\_Retrospectiva.pdf/085ad243-ae5c-708c-4845-bc55510df9b8?version=1.0](http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876457/2016_ANEEL_Retrospectiva.pdf/085ad243-ae5c-708c-4845-bc55510df9b8?version=1.0)> Acesso em: 14 abr. 2018.
- BARBOSA, W. P. F.; AZEVEDO, A. C. S. **GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: VANTAGENS E DESVANTAGENS.** II Simpósio de estudos e pesquisas em ciências ambientais na Amazônia. 2013. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/2014/artigo\\_gd.pdf](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/2014/artigo_gd.pdf)> Acesso em: 04 jun. 2018.
- BLOG SEVENIA. **Geração fotovoltaica e as suas aplicações!** 2015. Disponível em: <<http://www.sevenia.com.br/geracao-fotovoltaica-e-as-suas-aplicacoes/>> Acesso em: 02 nov. 2018.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energias. **Resenha Energética Brasileira.** 2018. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/Imprensa-e-Midias/Documents/Resenha%20Energ%C3%A9tica%202018%20-MME.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2018.
- CASTRO, H. F. **GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA NO 15º B LOG: PROPOSTA PARA RACIONALIZAÇÃO DOS GASTOS COM ENERGIA ELÉTRICA NA VIDA VEGETATIVA DA OM.** 2018. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2018.

CATARINO, J.; CORREIA, M.; COSTA, S.; LEITE, P.; PINTO, C. **ENERGIA SOLAR**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal: 2015. Disponível em: <[https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/submit\\_14\\_15/uploads/relat\\_1MIEEC03\\_1.pdf](https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/submit_14_15/uploads/relat_1MIEEC03_1.pdf)> Acesso em: 01 jun. 2018.

CAUS, T. R.; MICHELS, A. **Energia Hidrelétrica: Eficiência na Geração**. Curso de Pós-Graduação. Universidade Federal de Santa Maria, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1380/Caus\\_Tuane\\_Regina.pdf?sequence=1](http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1380/Caus_Tuane_Regina.pdf?sequence=1)> Acesso em: 28 mai. 2018.

CRESESB. **ENERGIA SOLAR PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES**. 2006. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial\\_solar\\_2006.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf)>. Acesso em: 02 jun. 2018.

COPEL. **Benefícios Tarifários para Produtores Rurais**. 2018.a. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Frural%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F31B5D72B1D84BBAF03257D3100615D91>> Acesso em: 04 nov. 2018.

COPEL. **Tarifas de Energia da COPEL**. 2018.b. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2Fb2f4a2f0687eb6cf03257488005939b9>> Acesso em: 03 nov. 2018.

COPEL. **Tarifa Convencional - subgrupo B2 – rural**. 2018.c. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2Fa9fd4c41fb35a23e03257488005939bc>> Acesso em: 20 set. 2018.

COPEL. **Tarifa Convencional - subgrupo B2 – irrigação**. 2018.d. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F9b7e59633602ff0a03257488005939d4>> Acesso em: 20 set. 2018.

DIENSTMANN, G. **ENERGIA SOLAR – UMA COMPARAÇÃO DE TECNOLOGIAS**. Porto Alegre: 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24308/000736300.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2018.

DUPONT, F. H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. **Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Santa Maria, v. 19, n. 1, p.70-81, Ed. Especial. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/19195/pdf>> Acesso em: 19 mai. 2018.

EIRAS, R. **ESTUDO SEGURANÇA ENERGÉTICA. OS DESAFIOS ESTRATÉGICOS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA EUROPEIA**. 2011. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4546277.pdf>> Acesso em: 22 mai. 2018.

FARRET, F. A. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2014.

- IGUMA, M.; PRODOXIMO, R. **CUSTOS TRIMESTRAIS FRANGO: Mudança na bandeira tarifária de energia elétrica eleva custos do avicultor em 2017**. São Paulo: Cepea, 2017. 12 p. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0833826001499194147.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2018.
- KEMERICH, P. D. C.; FLORES, C. E. B.; BORBA, W. F.; SILVEIRA, R. B.; FRANÇA, J. R.; LEVANDOSKI, N. **Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia ambiental. Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 241-247, jan-abr. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/16132>> Acesso em: 15 abr. 2018.
- MESQUITA, R. **Payback: O que é e como calcular o da sua empresa**. 2016. Disponível em: <<http://saiadolugar.com.br/payback/>> Acesso em: 29 set. 2018.
- PRATES, W. R. **Qual a diferença entre payback simples e descontado?** 2016. Disponível em: <<https://www.wrprates.com/qual-e-a-diferenca-entre-payback-simples-e-descontado/>> Acesso em: 03 nov. 2018.
- PEREIRA, A. **A tecnologia a favor de energias renováveis**. 2017. Disponível em: <<https://brasilenergia.editorabrasilenergia.com.br/artigo-tecnologia-favor-de-energias-renovaveis/>> Acesso em: 15 mai. 2018.
- PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RÜTHER, R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 1ª ed. 2006. Disponível em: <[http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil\\_solar\\_atlas\\_R1.pdf](http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil_solar_atlas_R1.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2018.
- PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/downloads/livro-manual-de-engenharia-sistemas-fotovoltaicos-2014.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018.
- PINTO, M. A. **UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS NO SEGMENTO RESIDENCIAL**. São Paulo: UNESP, 2015.
- PORTAL SOLAR. **ENERGIA RENOVÁVEL**. 2017.a. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-renovavel/energia-renovavel.html>> Acesso em: 24 mai. 2018.
- PORTAL SOLAR. **ENERGIA RENOVÁVEL**. 2017. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-renovavel/energia-renovavel.html>> Acesso em: 09 mai. 2018.
- PORTAL SOLAR. **O QUE É ENERGIA SOLAR?**. 2017.b. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar-.html>> Acesso em: 12 mai. 2018.
- SANTOS, I. P. **Integração De Painéis Solares Fotovoltaicos Em Edificações Residenciais E Sua Contribuição Em Um Alimentador De Energia De Zona Urbana Mista**. Santa

Catarina: UFSC, 2009.

SCHACHT, R. C. **Energia mais barata à noite beneficia 11,5 mil produtores rurais.** 2017. Disponível em: < <http://www.jornaluniao.com.br/noticias/57805/energia-mais-barata-a-noite-beneficia-11-5-mil-produtores-rurais/>> Acesso em: 02 nov. 2018.

SOLARVOLT. **Entenda as diferenças entre o sistema isolado e o conectado à rede.** 2015. Disponível em: <<http://www.solarvoltenergia.com.br/sistema-fotovoltaico-isolado-ou-conectado/>> Acesso em: 27 mai. 2018.

TIEPOLO, G. M.; JUNIOR, O. C.; JUNIOR, J. U.; VIANA, T.; PEREIRA, E. B. **COMPARAÇÃO ENTRE O POTENCIAL DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO ESTADO DO PARANÁ COM ALEMANHA, ITÁLIA E ESPANHA.** V Congresso Brasileiro de Energia Solar – Recife, 31 a 04 de abril de 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Gerson\\_Tiepolo/publication/275828922\\_COMPARACAO\\_ENTRE\\_O\\_POTENCIAL\\_DE\\_GERACAO\\_FOTOVOLTAICA\\_NO\\_ESTADO\\_DO\\_PARANA\\_COM\\_ALEMANHA\\_ITALIA\\_E\\_ESPANHA/links/5547f2930cf2e2031b384c36/COMPARACAO-ENTRE-O-POTENCIAL-DE-GERACAO-FOTOVOLTAICA-NO-ESTADO-DO-PARANA-COM-ALEMANHA-ITALIA-E-ESPANHA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gerson_Tiepolo/publication/275828922_COMPARACAO_ENTRE_O_POTENCIAL_DE_GERACAO_FOTOVOLTAICA_NO_ESTADO_DO_PARANA_COM_ALEMANHA_ITALIA_E_ESPANHA/links/5547f2930cf2e2031b384c36/COMPARACAO-ENTRE-O-POTENCIAL-DE-GERACAO-FOTOVOLTAICA-NO-ESTADO-DO-PARANA-COM-ALEMANHA-ITALIA-E-ESPANHA.pdf)>. Acesso em: 25 mai. 2018.

TIRADENTES, A. A. R. **USO DA ENERGIA SOLAR PARA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE E PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA.** Curso de Pós-Graduação – Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais. 2007. Disponível em: <<http://www.solenerg.com.br/files/MonografiaAtaloTiradentes.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2018.

UNIVERSAL AUTOMAÇÕES. **Entenda o Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (On Grid).** S/D. Disponível em: <<http://www.universalautomacao.com.br/post/sistema-fotovoltaico-energia-solar.html>> Acesso em: 17 out. 2018.

VALLÊRA A. M.; BRITO M.C. **Meio século de história fotovoltaica.** Lisboa, Gazeta da física, v. 29, 2006. Disponível em: < <http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>> Acesso em: 31 mai. 2018.

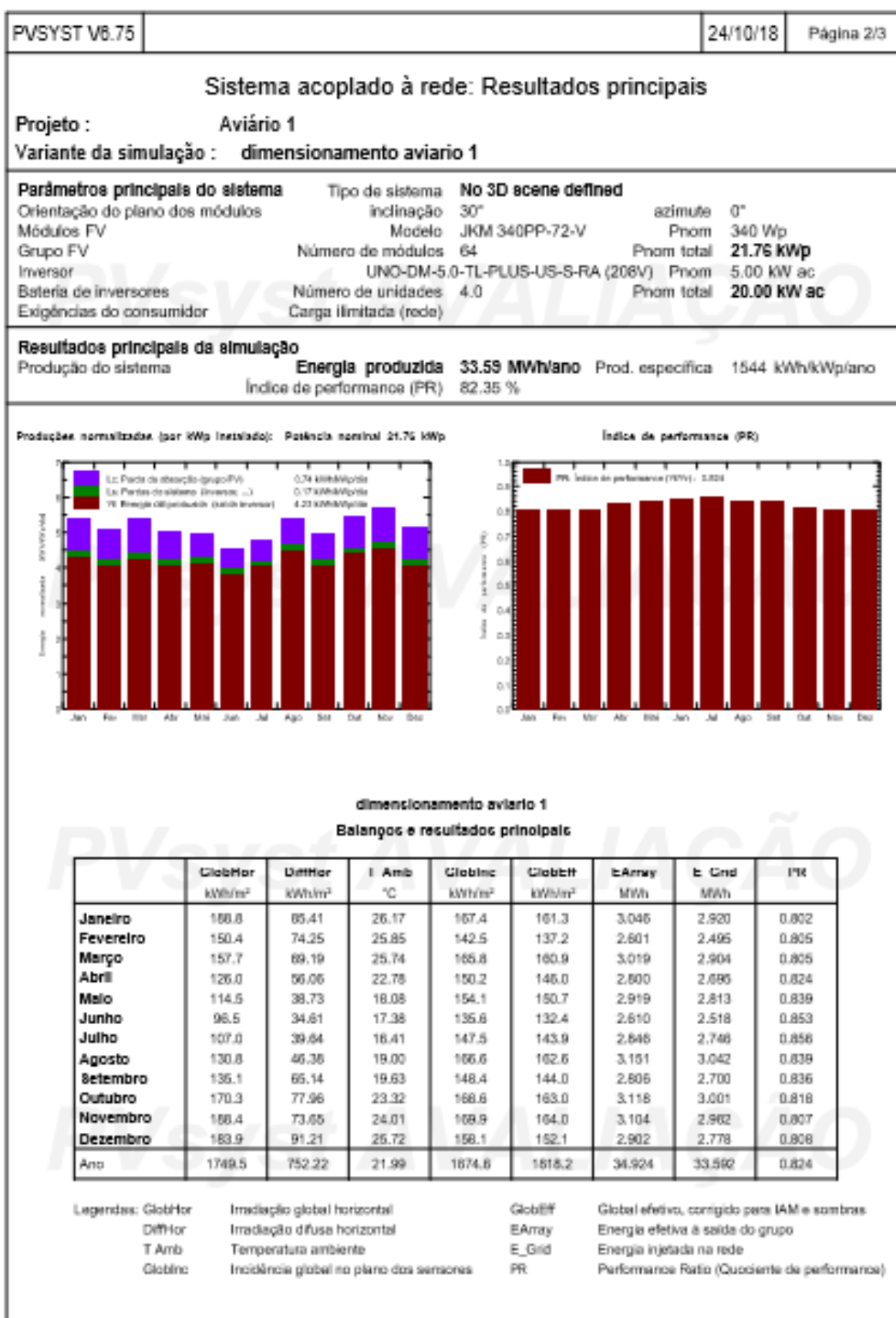
VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: CONCEITOS E APLICAÇÕES.** São Paulo: Érica Ltda., 2012. 224 p.

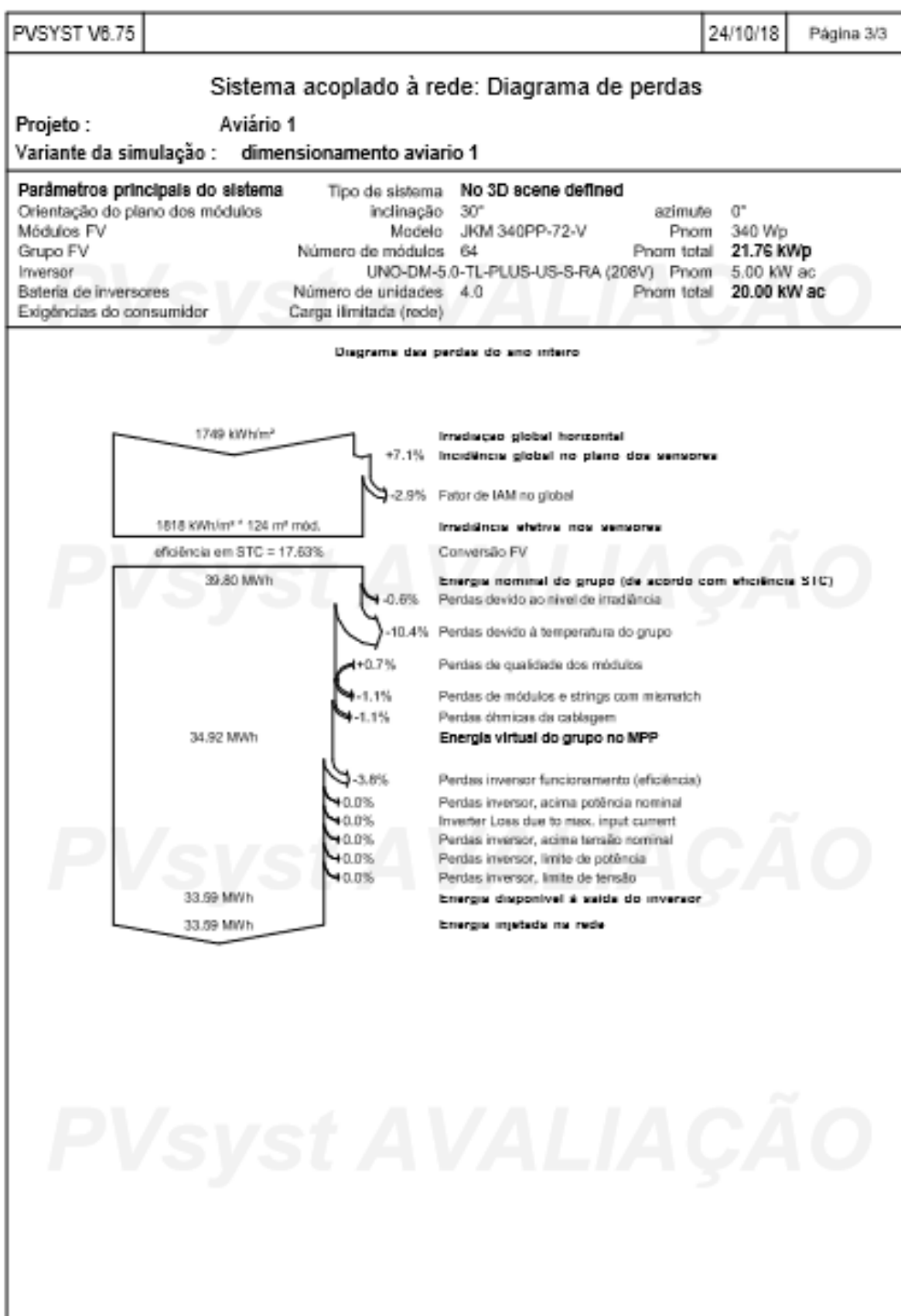
WANTROBA, Elaine. **Avaliação de Investimentos em Sistemas Integrados de Gestão Empresarial.** 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2007. Disponível em: <[www.pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/dissertacoes/arquivos/63/Dissertacao.pdf](http://www.pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/dissertacoes/arquivos/63/Dissertacao.pdf)>. Acesso em: 12 out. 2018.

WRIGHT, et al., **TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E SEUS IMPACTOS FUTUROS SOBRE EMPRESAS DE ENERGIA.** Revista de Administração e Inovação. São Paulo. v. 6, p.108-125, 2009. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rai/article/viewFile/79132/83204>> Acesso em: 01 jun. 2018.

## APÊNDICE A – DIMENSIONAMENTO AVIÁRIO 1 E 2 E PARCIAL 3

| PVSYST V6.75   | 24/10/18                      | Página 1/3                               |
|--|-------------------------------|--|
| <b>Sistema acoplado à rede: Parâmetros da simulação</b>  |                               |  |
| <b>Projeto :</b> Aviário 1                               |                               |  |
| <b>Localização geográfica</b>                            | <b>Colônia melissa</b>        | <b>País</b> <b>Brazil</b>                |
| <b>Localização</b>                                       | Latitude -24.84° S            | Longitude -53.44° W                      |
| Tempo definido como                                      | Tempo legal Fuso horário TU-3 | Altitude 658 m                           |
| <b>Dados meteorológicos:</b>                             | <b>colônia melissa</b>        | Meteonorm 7.2, Sat=100% - Sintético      |
| <b>Variante da simulação :</b> dimensionamento aviario 1 |                               |  |
|  | Data da simulação             | 24/10/18 00h55                           |
| <b>Parâmetros da simulação</b>                           | Tipo de sistema               | <b>No 3D scene defined</b>               |
| <b>Orientação do plano dos módulos</b>                   | Inclinação                    | 30°                                      |
|  | Azimute                       | 0°                                       |
| <b>Modelos utilizados</b>                                | Transposição                  | Perez                                    |
|  | Difuso                        | Perez, Meteonorm                         |
| <b>Horizonte</b>   | Sem horizonte                 |  |
| <b>Sombras próximas</b>                                  | Sem sombras                   |  |
| <b>Características do grupo FV</b>                       |                               |  |
| <b>Módulo FV</b>   | Si-poly                       | Modelo <b>JKM 340PP-72-V</b>             |
| Original Pvsyst database                                 | Fabricante                    | Jinkosolar                               |
| Número de módulos FV                                     | Em série                      | 8 módulos                                |
| Número total de módulos FV                               | Nr. módulos                   | 64                                       |
| Potência global do grupo                                 | Nominal (STC)                 | <b>21.76 kWp</b>                         |
| Características de funcionamento do grupo (50°C)         | Umpp                          | 280 V                                    |
| Superfície total   | Superfície módulos            | <b>124 m²</b>                            |
|  |                               | Em paralelo 8 strings                    |
|  |                               | Potência unitária 340 Wp                 |
|  |                               | Em condições de func. 19.69 kWp (50°C)   |
|  |                               | 1 mpp 70 A                               |
|  |                               | Superfície célula 112 m²                 |
| <b>Inversor</b>  |                               |  |
| Original Pvsyst database                                 | Modelo                        | <b>UNO-DM-5.0-TL-PLU S-U S-RA (208V)</b> |
| Características  | Fabricante                    | ABB                                      |
|  | Tensão de funcionamento       | 90-580 V                                 |
|  | Potência unitária             | 5.00 kWac                                |
| Bateria de inversores                                    | N.º de inversores             | 8 * MPPT 50 %                            |
|  |                               | Potência total 20 kWac                   |
|  |                               | Rácio Pnom 1.09                          |
| <b>Fatores de perda do grupo FV</b>                      |                               |  |
| Fator de perdas térm.                                    | Uc (const.)                   | 20.0 W/m²K                               |
|  | Uv (vento)                    | 0.0 W/m²K / m/s                          |
| Perdas ôhmicas nos cabos                                 | Res. global do grupo          | 67 mOhm                                  |
| Perdas de qualidade dos módulos                          |                               | Fração perdas 1.5 % em STC               |
| Perdas de módulos com mismatch                           |                               | Fração perdas -0.8 %                     |
| Perdas de strings com mismatch                           |                               | Fração perdas 1.0 % no MPP               |
| Efeito de incidência, parametrização ASHRAE              | IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)    | Fração perdas 0.10 %                     |
|  |                               | Param. bo 0.05                           |
| <b>Exigências do consumidor :</b>                        | Carga ilimitada (rede)        |  |





## APÊNDICE B – DIMENSIONAMENTO TOTAL AVIÁRIO 3

|   |                                   |                                     |                                       |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| PVSYST V6.75  |                                   | 24/10/18                            | Página 1/3                            |
| <b>Sistema acoplado à rede: Parâmetros da simulação</b> |                                   |                                     |                                       |
| <b>Projeto :</b>  | <b>Aviario 3</b>                  |                                     |                                       |
| <b>Localização geográfica</b>                           | <b>Colônia melissa</b>            | <b>País</b>                         | <b>Brazil</b>                         |
| <b>Localização</b>                                      | Latitude                          | -24.84° S                           | Longitude -53.44° W                   |
| Tempo definido como                                     | Tempo legal                       | Fuso horário TU-3                   | Altitude 658 m                        |
| <b>Dados meteorológicos:</b>                            | <b>colônia melissa</b>            | Meteonorm 7.2, Sat=100% - Sintético |                                       |
| <b>Variante da simulação :</b>                          | <b>Nova variante da simulação</b> |                                     |                                       |
|   | Data da simulação                 | 24/10/18 22h51                      |                                       |
| <b>Parâmetros da simulação</b>                          | Tipo de sistema                   | <b>No 3D scene defined</b>          |                                       |
| <b>Orientação do plano dos módulos</b>                  | Inclinação                        | 30°                                 | Azimute 0°                            |
| <b>Modelos utilizados</b>                               | Transposição                      | Perez                               | Difuso Perez, Meteonorm               |
| <b>Horizonte</b>  | Sem horizonte                     |                                     |                                       |
| <b>Sombras próximas</b>                                 | Sem sombras                       |                                     |                                       |
| <b>Características do grupo FV</b>                      |                                   |                                     |                                       |
| <b>Módulo FV</b>  | Si-poly                           | Modelo                              | <b>JKM 340PP-72-V</b>                 |
| Original PVsyst database                                |                                   | Fabricante                          | Jinkosolar                            |
| Número de módulos FV                                    |                                   | Em série                            | 10 módulos                            |
| Número total de módulos FV                              |                                   | Nr. módulos                         | 100                                   |
| Potência global do grupo                                |                                   | Nominal (STC)                       | <b>34.0 kWp</b>                       |
| Características de funcionamento do grupo (50°C)        |                                   | Umpp                                | 350 V                                 |
| Superfície total  |                                   | Superfície módulos                  | <b>194 m²</b>                         |
|   |                                   |                                     | Em paralelo 10 strings                |
|   |                                   |                                     | Potência unitária 340 Wp              |
|   |                                   |                                     | Em condições de func. 30.8 kWp (50°C) |
|   |                                   |                                     | 1 mpp 88 A                            |
|   |                                   |                                     | Superfície célula 175 m²              |
| <b>Inversor</b>   |                                   |                                     |                                       |
| Original PVsyst database                                |                                   | Modelo                              | <b>UNO-DM-6.0-TL-PLUS-US (240V)</b>   |
| Características   |                                   | Fabricante                          | ABB                                   |
|   |                                   | Tensão de funcionamento             | 90-580 V                              |
|   |                                   | Potência unitária                   | 6.00 kWac                             |
| Bateria de inversores                                   |                                   | N.º de inversores                   | 10 * MPPT 50 %                        |
|   |                                   |                                     | Potência total 30 kWac                |
|   |                                   |                                     | Rácio Pnom 1.13                       |
| <b>Fatores de perda do grupo FV</b>                     |                                   |                                     |                                       |
| Fator de perdas térm.                                   | Uc (const.)                       | 20.0 W/m²K                          | Uv (vento) 0.0 W/m²K / m/s            |
| Perdas ôhmicas nos cabos                                | Res. global do grupo              | 67 mOhm                             | Fração perdas 1.5 % em STC            |
| Perdas de qualidade dos módulos                         |                                   |                                     | Fração perdas -0.8 %                  |
| Perdas de módulos com mismatch                          |                                   |                                     | Fração perdas 1.0 % no MPP            |
| Perdas de strings com mismatch                          |                                   |                                     | Fração perdas 0.10 %                  |
| Efeito de incidência, parametrização ASHRAE             | IAM =                             | 1 - bo (1/cos i - 1)                | Param. bo 0.05                        |
| <b>Exigências do consumidor :</b>                       | Carga limitada (rede)             |                                     |                                       |

|              |          |            |
|--------------|----------|------------|
| PVSYST V8.75 | 24/10/18 | Página 3/3 |
|--------------|----------|------------|

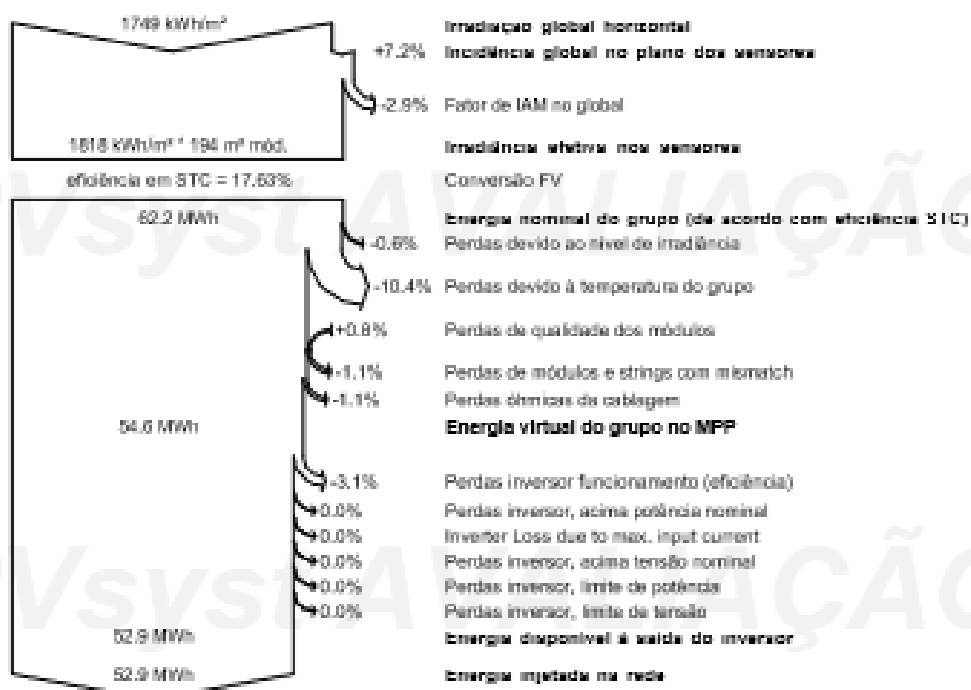
### Sistema acoplado à rede: Diagrama de perdas

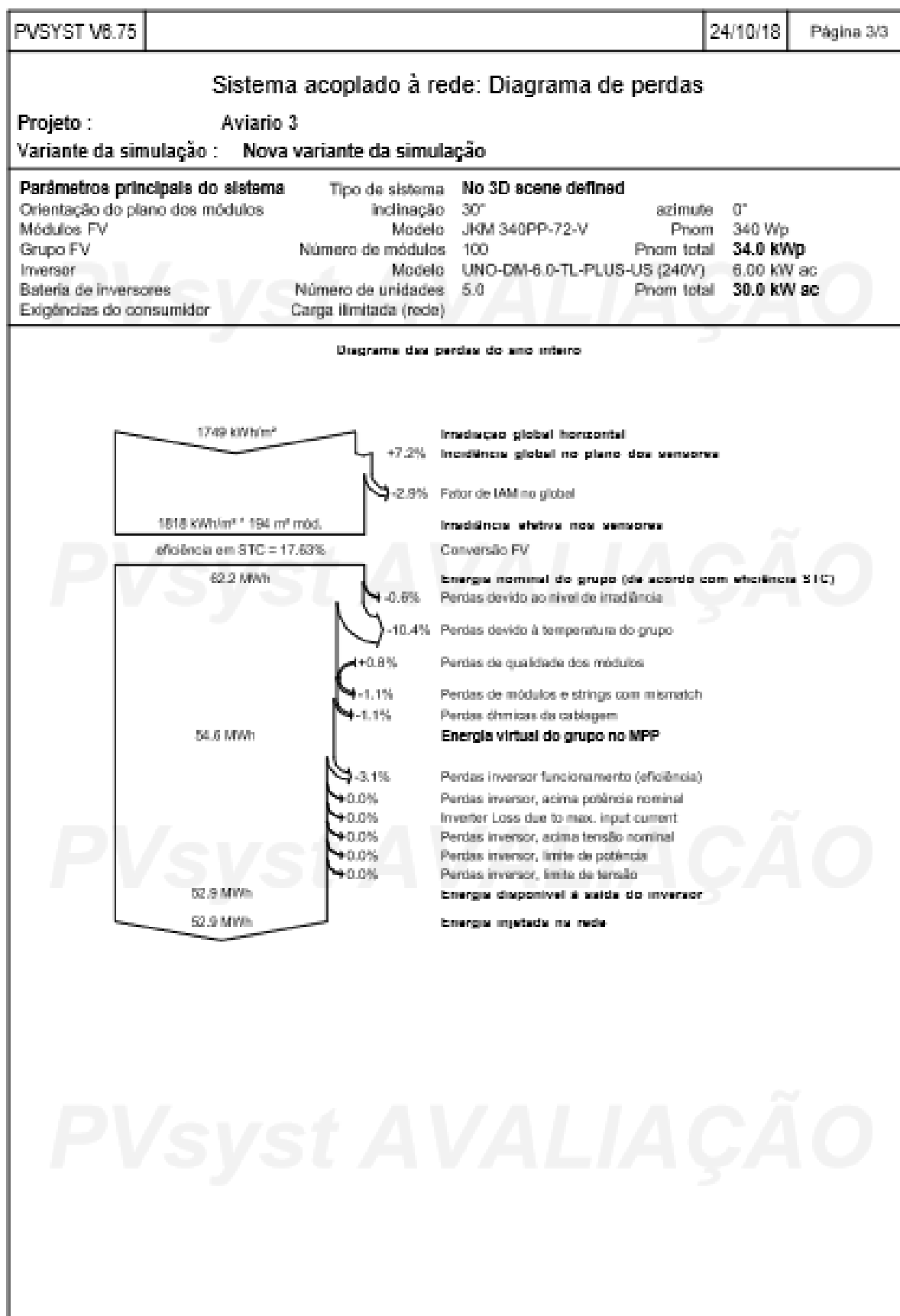
Projeto : Aviario 3

Variante da simulação : Nova variante da simulação

| Parâmetros principais do sistema | Tipo de sistema       | No 3D scene defined          |            |                   |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------------|------------|-------------------|
| Orientação do plano dos módulos  | inclinação            | 30°                          | azimute    | 0°                |
| Módulos FV                       | Modelo                | JKM 340PP-72-V               | Pnom       | 340 Wp            |
| Grupo FV                         | Número de módulos     | 100                          | Pnom total | <b>34.0 kWp</b>   |
| Inversor                         | Modelo                | UNO-DM-6.0-TL-PLUS-US (240V) |            | 6.00 kW ac        |
| Bateria de inversores            | Número de unidades    | 5.0                          | Pnom total | <b>30.0 kW ac</b> |
| Exigências do consumidor         | Carga limitada (rede) |                              |            |                   |

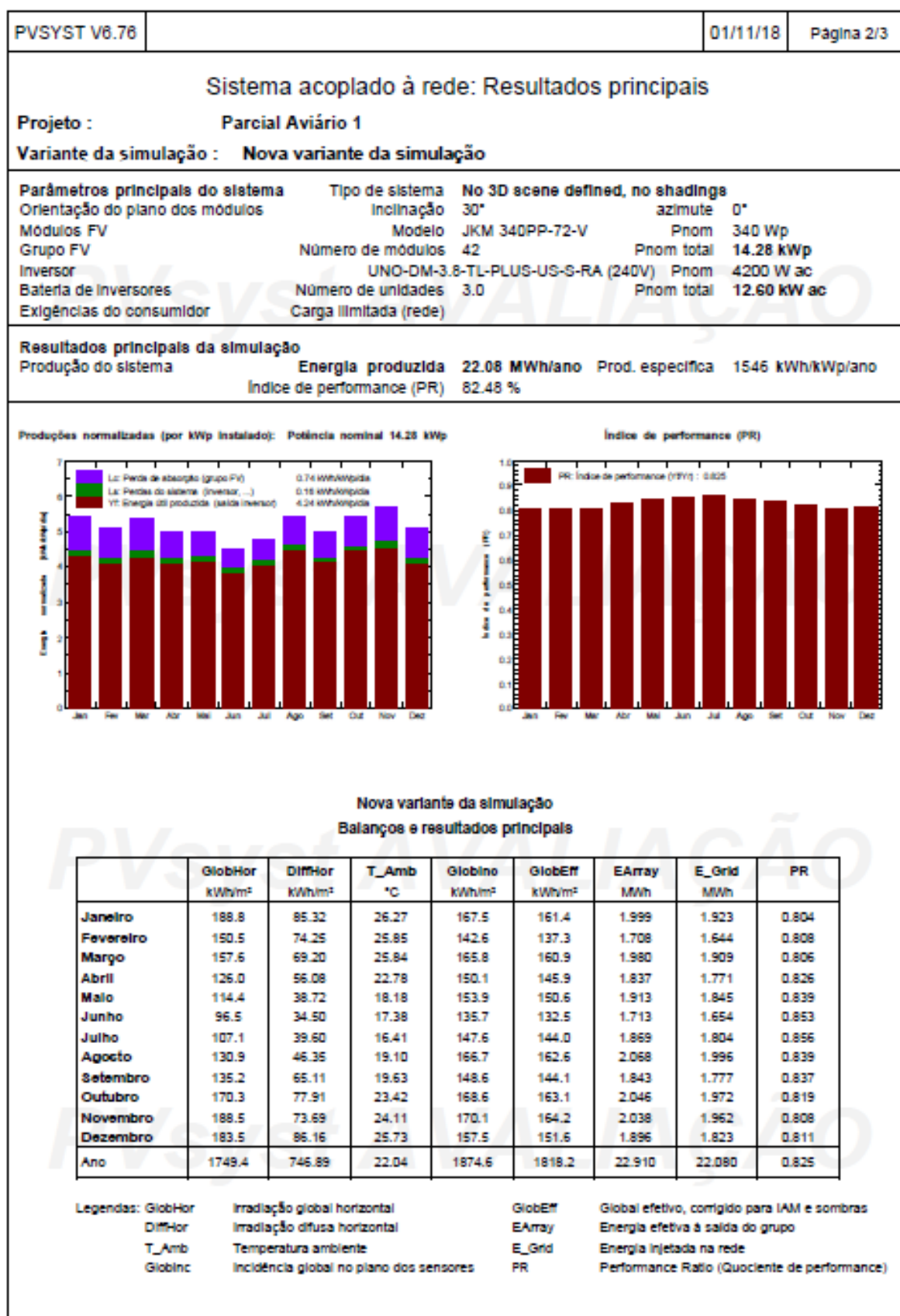
Diagrama das perdas do ano inteiro

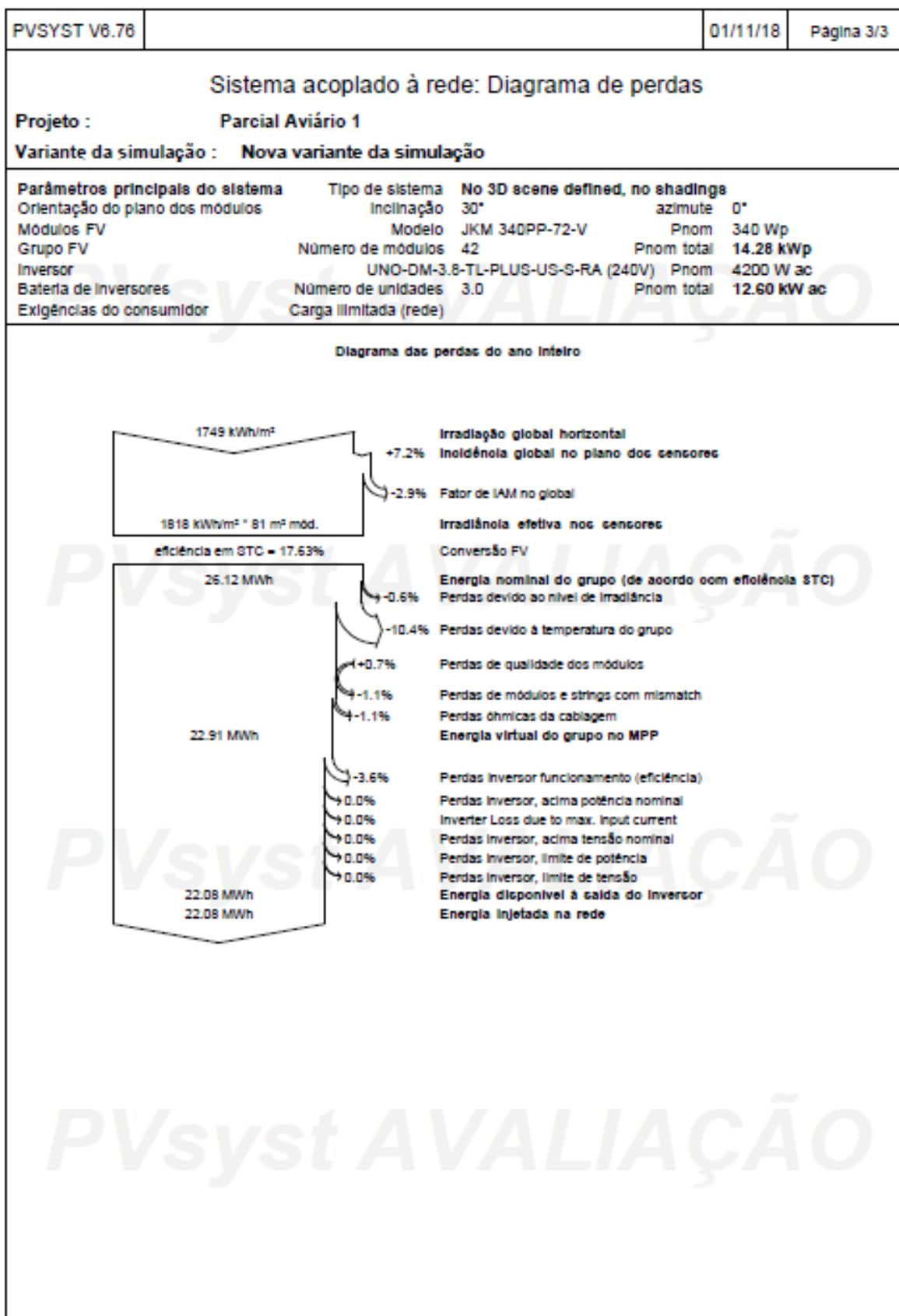




## APÊNDICE C – DIMENSIONAMENTO PARCIAL AVIÁRIO 1 E 2

| PVSYS V6.76  |                                | 01/11/18                                | Página 1/3                                    |           |
|--|--------------------------------|---|---|-----------|
| <b>Sistema acoplado à rede: Parâmetros da simulação</b>      |                                |   |   |           |
| <b>Projeto :                    Parcial Aviário 1</b>        |                                |   |   |           |
| <b>Localização geográfica</b>                                | <b>Colônia Melissa</b>         | <b>Pais</b>                             | <b>Brazil</b>                                 |           |
| <b>Localização</b>   | Latitude                       | -24.84° S                               | Longitude                                     | -53.44° W |
| Tempo definido como  | Tempo legal                    | Fuso horário TU-3                       | Altitude                                      | 668 m     |
|  | Albedo                         | 0.20                                    |   |           |
| <b>Dados meteorológicos:</b>                                 | <b>Colônia Melissa</b>         | Meteonorm 7.2, Sat=100% - Sintético     |   |           |
| <b>Variante da simulação :    Nova variante da simulação</b> |                                |   |   |           |
|  | Data da simulação              | 01/11/18 15h46                          |   |           |
| <b>Parâmetros da simulação</b>                               | <b>Tipo de sistema</b>         | <b>No 3D scene defined, no shadings</b> |   |           |
| <b>Orientação do plano dos módulos</b>                       | <b>Inclinação</b>              | 30°                                     | <b>Azimute</b> 0°                             |           |
| <b>Modelos utilizados</b>                                    | <b>Transposição</b>            | Perez                                   | <b>Difuso</b> Perez, Meteonorm                |           |
| <b>Horizonte</b>   | Sem horizonte                  |   |   |           |
| <b>Sombras próximas</b>                                      | Sem sombras                    |   |   |           |
| <b>Exigências do consumidor :</b>                            | Carga ilimitada (rede)         |   |   |           |
| <b>Características do grupo FV</b>                           |                                |   |   |           |
| <b>Módulo FV</b>   | Si-poly                        | <b>Modelo</b>                           | <b>JKM 340PP-72-V</b>                         |           |
| Original Pvsyst database                                     |                                | <b>Fabricante</b>                       | Jinkosolar                                    |           |
| Número de módulos FV   |                                | <b>Em série</b>                         | 7 módulos                                     |           |
| Número total de módulos FV                                   |                                | <b>Nr. módulos</b>                      | 42  |           |
| Potência global do grupo                                     |                                | <b>Nominal (STC)</b>                    | <b>14.28 kWp</b>                              |           |
| Características de funcionamento do grupo (50°C)             | Umpp                           | 245 V                                   | <b>Em condições de func.</b> 12.92 kWp (50°C) |           |
| Superfície total   | <b>Superfície módulos</b>      | 81.5 m²                                 | <b>Superfície célula</b> 73.6 m²              |           |
|  |                                |   | 6 strings                                     |           |
|  |                                |   | Potência unitária 340 Wp                      |           |
|  |                                |   | 1 mpp 53 A                                    |           |
| <b>Inversor</b>  |                                |   |   |           |
|  |                                | <b>Modelo</b>                           | <b>UNO-DM-3.8-TL-PLUS-US-S-RA (240V)</b>      |           |
| Original Pvsyst database                                     |                                | <b>Fabricante</b>                       | ABB   |           |
| <b>Características</b>                                       | <b>Tensão de funcionamento</b> | 90-580 V                                | <b>Potência unitária</b> 4.20 kWac            |           |
| <b>Bateria de inversores</b>                                 | <b>N.º de inversores</b>       | 6 * MPPT 50 %                           | <b>Potência total</b> 12.6 kWac               |           |
|  |                                |   | <b>Rácio Pnom</b> 1.13                        |           |
| <b>Fatores de perda do grupo FV</b>                          |                                |   |   |           |
| <b>Fator de perdas térm.</b>                                 | <b>Uc (const.)</b>             | 20.0 W/m²K                              | <b>Uv (vento)</b> 0.0 W/m²K / m/s             |           |
| <b>Perdas ôhmicas nos cabos</b>                              | <b>Res. global do grupo</b>    | 78 mOhm                                 | <b>Fração perdas</b> 1.5 % em STC             |           |
| <b>Perdas de qualidade dos módulos</b>                       |                                |   | <b>Fração perdas</b> -0.8 %                   |           |
| <b>Perdas de módulos com mismatch</b>                        |                                |   | <b>Fração perdas</b> 1.0 % no MPP             |           |
| <b>Perdas de strings com mismatch</b>                        |                                |   | <b>Fração perdas</b> 0.10 %                   |           |
| <b>Efeito de incidência, parametrização ASHRAE</b>           | <b>IAM =</b>                   | 1 - bo (1/cos l - 1)                    | <b>Param. bo</b> 0.05                         |           |





## ANEXO A – ORÇAMENTO TOTAL AVIÁRIO 1 E 2 E PARCIAL AVIÁRIO 3

**BIO WATTS**  
 ENERGIA SOLAR

Cascavel, 09 de novembro de 2018

PGFv 329.11.18 – 11/2018

A/C: MARCIO OWSIANY

 LOCAL: CASCAVEL – PR  
 TIPO: AGRONEGÓCIO  
 PADRÃO: Telhado Existente  
 ÁREA DE INSTALAÇÃO: 104 m<sup>2</sup>

 MÓDULOS: 52 unidades  
 CAPACIDADE: 17,16 kWp\*  
 TENSÃO DE GERAÇÃO: 254 V  
 UC: 76265803
I. ESCOPO DE FORNECIMENTO:

## SISTEMA GERADOR FOTOVOLTAICO ON-GRID

| ITEM | PRODUTOS   |
|------|--|
| 1.   | KIT SISTEMA FOTOVOLTAICO   |
| 2.   | SISTEMA DE ATERRAMENTO CC + CA   |
| 3.   | INVERSOR FOTOVOLTAICO  |
| 4.   | SISTEMA DE PROTEÇÃO CC + CA  |
| 5.   | MODULO FOTOVOLTAICO 330 Wp   |
| 6.   | PROJETO ELÉTRICO SOLAR E ART   |
| 7.   | CONTRATOS, HOMOLOGAÇÃO, TESTES, SUBSTITUIÇÃO DO MEDIDOR E LIBERAÇÃO DE GERAÇÃO |
| 8.   | MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA  |
| 9.   | MONITORAMENTO REMOTO (INTERNET E CELULAR)                                      |



Ilustração do Kit Fotovoltaico Completo

(\*) Capacidade acima de 75 kWp está incluso o valor das proteções exigidas pela concessionária para conectar um sistema de geração distribuída à rede.

AUTORIZADA

REALIZE

Tel: +55 (41) 3101-4376

 Endereço: Rua da Bandeira 308  
 Centro - Cascavel - PR, CEP 85801-000  
 CNPJ: 06.908.000/0001-00

**II. CONDIÇÕES COMERCIAIS:**

Os preços apresentados nesta proposta são válidos para as quantidades e especificações indicadas, diretamente vinculadas ao cumprimento dos eventos financeiros previstos nas condições de pagamento.

Esta proposta foi elaborada considerando a proximidade de conexão do inversor com o quadro de distribuição, possuindo uma distância máxima de 10 metros entre os itens citados, não contemplando os custos referentes a adequações em instalações elétricas, estruturas de cobertura, fundações para garagem, estruturas de solo e demais ajustes não tratados no escopo do projeto de geração fotovoltaica.

Sistema gerador fotovoltaico projetado para **suprir 100,00 %** do consumo atual. Baseando-se em uma média de consumo anual calculada de **3021,83 kWh** e um sistema de geração com capacidade de **3110,40 kWh**.

**VALOR DO kWh com Energia Solar R\$ 0,12**

Este valor tarifário é dado pela razão da geração total do sistema em 25 anos pelo valor total do investimento, mostrando um valor hipotético da tarifa.

A energia gerada poderá ser compensada em outras unidades consumidoras escolhidas pelo proprietário, caracterizando um autoconsumo remoto, contanto que a unidade consumidora esteja cadastrada no mesmo CPF ou CNPJ da unidade geradora, com ambas sendo atendidas pela mesma concessionária.

**III. REAJUSTE DE PREÇOS:**

Na hipótese de ocorrerem variações significativas nos custos dos insumos e da mão-de-obra, reservamo-nos o direito de apresentar nova base de preço, com o objetivo de restabelecer o equilíbrio econômico/financeiro do fornecimento.

**IV. CONDIÇÕES DE PAGAMENTO:**

| DESCRIÇÃO  | QTD. | FORMA   | VALOR TOTAL           |
|--|------|---------|-----------------------|
| Sistema Gerador Fotovoltaico Completo + Aterramento  | 1    | Incluso | -                     |
| Projetos, Engenharia, Homologação, Contratos c/ a Concessionária, Substituição de Medidor e Instalação | 1    | Incluso | -                     |
| <b>TOTAL DO SISTEMA</b>  | -    | -       | <b>R\$ 113.925,74</b> |
| FRETE (Indústria – Local de Entrega)   | 1    | À Vista | Cotar na Data         |

O valor de aquisição do sistema gerador poderá ser financiado, sujeito à aprovação de crédito com a financeira, devendo ter seus valores consultados com a mesma.

O valor de frete está sujeito a mudanças, conforme variação do endereço para entrega e data do pedido.

- **TOTAL DO SISTEMA COM CÓDIGO FINAME: R\$ 122.196,69;**
  - o 77 módulos de 330 = 25,41 kWp\*

(\*) Orçamentos acima de 75 kWp está incluso o valor das proteções exigidas pela concessionária para conectar um sistema de mitigação distribuída à rede.

**IX. RETORNO DO VALOR INVESTIDO:**

| ANO | GERAÇÃO ANUAL DO SISTEMA (kWh) | TARIFA (R\$/kWh) | VALOR SEM SFV (R\$) | VALOR COM SFV (R\$) | ECONOMIA (R\$) | PAYBACK |            |
|-----|--------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------|---------|------------|
|     |                                |                  |                     |                     |                | R\$     | 113.925,74 |
| 1   | 37.324,85                      | R\$ 0,32         | R\$ 11.771,33       | R\$ 778,99          | R\$ 10.992,35  | -R\$    | 102.933,39 |
| 2   | 37.294,99                      | R\$ 0,36         | R\$ 12.948,47       | R\$ 856,89          | R\$ 12.091,58  | -R\$    | 90.841,81  |
| 3   | 37.265,15                      | R\$ 0,39         | R\$ 14.243,31       | R\$ 942,58          | R\$ 13.300,74  | -R\$    | 77.541,07  |
| 4   | 37.235,34                      | R\$ 0,43         | R\$ 15.667,65       | R\$ 1.036,83        | R\$ 14.630,81  | -R\$    | 62.910,26  |
| 5   | 37.205,55                      | R\$ 0,48         | R\$ 17.234,41       | R\$ 1.140,52        | R\$ 16.093,89  | -R\$    | 46.816,36  |
| 6   | 37.175,79                      | R\$ 0,52         | R\$ 18.957,85       | R\$ 1.254,57        | R\$ 17.703,28  | -R\$    | 29.113,08  |
| 7   | 37.146,05                      | R\$ 0,58         | R\$ 20.853,64       | R\$ 1.380,03        | R\$ 19.473,61  | -R\$    | 9.639,47   |
| 8   | 37.116,33                      | R\$ 0,63         | R\$ 22.939,00       | R\$ 1.518,03        | R\$ 21.420,97  | R\$     | 11.781,50  |
| 9   | 37.086,64                      | R\$ 0,70         | R\$ 25.232,90       | R\$ 1.669,83        | R\$ 23.563,07  | R\$     | 35.344,57  |
| 10  | 37.056,97                      | R\$ 0,77         | R\$ 27.756,19       | R\$ 1.836,81        | R\$ 25.919,38  | R\$     | 61.263,95  |
| 11  | 37.027,32                      | R\$ 0,84         | R\$ 30.531,81       | R\$ 2.020,50        | R\$ 28.511,31  | R\$     | 89.775,26  |
| 12  | 36.997,70                      | R\$ 0,93         | R\$ 33.584,99       | R\$ 2.222,54        | R\$ 31.362,45  | R\$     | 121.137,71 |
| 13  | 36.968,10                      | R\$ 1,02         | R\$ 36.943,49       | R\$ 2.444,80        | R\$ 34.498,69  | R\$     | 155.636,40 |
| 14  | 36.938,53                      | R\$ 1,12         | R\$ 40.637,84       | R\$ 2.689,28        | R\$ 37.948,56  | R\$     | 193.584,96 |
| 15  | 36.908,98                      | R\$ 1,23         | R\$ 44.701,62       | R\$ 2.958,21        | R\$ 41.743,42  | R\$     | 235.328,37 |
| 16  | 36.879,45                      | R\$ 1,36         | R\$ 49.171,78       | R\$ 3.254,03        | R\$ 45.917,76  | R\$     | 281.246,13 |
| 17  | 36.849,95                      | R\$ 1,49         | R\$ 54.088,96       | R\$ 3.579,43        | R\$ 50.509,53  | R\$     | 331.755,66 |
| 18  | 36.820,47                      | R\$ 1,64         | R\$ 59.497,86       | R\$ 3.937,37        | R\$ 55.560,49  | R\$     | 387.316,15 |
| 19  | 36.791,01                      | R\$ 1,80         | R\$ 65.447,64       | R\$ 4.331,11        | R\$ 61.116,53  | R\$     | 448.432,68 |
| 20  | 36.761,58                      | R\$ 1,99         | R\$ 71.992,41       | R\$ 4.764,22        | R\$ 67.228,19  | R\$     | 515.660,87 |
| 21  | 36.732,17                      | R\$ 2,18         | R\$ 79.191,65       | R\$ 5.240,64        | R\$ 73.951,01  | R\$     | 589.611,87 |
| 22  | 36.702,78                      | R\$ 2,40         | R\$ 87.110,82       | R\$ 5.764,71        | R\$ 81.346,11  | R\$     | 670.957,98 |
| 23  | 36.673,42                      | R\$ 2,64         | R\$ 95.821,90       | R\$ 6.341,18        | R\$ 89.480,72  | R\$     | 760.438,70 |
| 24  | 36.644,08                      | R\$ 2,91         | R\$ 105.404,09      | R\$ 6.975,30        | R\$ 98.428,79  | R\$     | 858.867,49 |
| 25  | 36.614,77                      | R\$ 3,20         | R\$ 115.944,49      | R\$ 7.672,83        | R\$ 108.271,67 | R\$     | 967.139,16 |

AUTORIZADA





Tel.: +55 (45) 3097-4580

 Endereço: Rua da Bandeira 916  
 Centro - Cascavel - PR, CEP 85812-235  
 ESO, com voluntários da planta

## ANEXO B – ORÇAMENTO TOTAL AVIÁRIO 3

**BIOWATTS**  
ENERGIA SOLAR

Cascavel, 14 de novembro de 2018

PGFv 329.11.18 – 11/2018

A/C: MARCIO OWSIANY

LOCAL: CASCAVEL – PR

TIPO: AGRONEGÓCIO

PADRÃO: Telhado Existente

ÁREA DE INSTALAÇÃO: 228 m<sup>2</sup>

MÓDULOS: 114 unidades

CAPACIDADE: 37,62 kWp\*

TENSÃO DE GERAÇÃO: 220 V

UC: 95620788

I. ESCOPO DE FORNECIMENTO:**SISTEMA GERADOR FOTOVOLTAICO ON-GRID**

| ITEM | PRODUTOS   |
|------|--|
| 1.   | KIT SISTEMA FOTOVOLTAICO   |
| 2.   | SISTEMA DE ATERRAMENTO CC + CA   |
| 3.   | INVERSOR FOTOVOLTAICO  |
| 4.   | SISTEMA DE PROTEÇÃO CC + CA  |
| 5.   | MODULO FOTOVOLTAICO 330 Wp   |
| 6.   | PROJETO ELÉTRICO SOLAR E ART   |
| 7.   | CONTRATOS, HOMOLOGAÇÃO, TESTES, SUBSTITUIÇÃO DO MEDIDOR E LIBERAÇÃO DE GERAÇÃO |
| 8.   | MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA  |
| 9.   | MONITORAMENTO REMOTO (INTERNET E CELULAR)                                      |



Ilustração do Kit Fotovoltaico Completo

(\*) Orçamentos acima de 75 kWp está incluso o valor das proteções exigidas pela concessionária para conectar um sistema de geração distribuída à rede.

AUTORIZADA

REALIZE

Tel.: +55 (41) 3037-4580

Endereço: Rua da Bandeira 916  
Centro - Cascavel - PR, CEP 85812-100  
CSC: com voluntários da planta

**II. CONDIÇÕES COMERCIAIS:**

Os preços apresentados nesta proposta são válidos para as quantidades e especificações indicadas, diretamente vinculadas ao cumprimento dos eventos financeiros previstos nas condições de pagamento.

Esta proposta foi elaborada considerando a proximidade de conexão do inversor com o quadro de distribuição, possuindo uma distância máxima de 10 metros entre os itens citados, não contemplando os custos referentes a adequações em instalações elétricas, estruturas de cobertura, fundações para garagem, estruturas de solo e demais ajustes não tratados no escopo do projeto de geração fotovoltaica.

Sistema gerador fotovoltaico projetado para **suprir 100,00 %** do consumo atual. Baseando-se em uma média de consumo anual calculada de **4461,08 kWh** e um sistema de geração com capacidade de **4605,01 kWh**.

**VALOR DO kWh com Energia Solar R\$ 0,11**

Este valor tarifário é dado pela razão da geração total do sistema em 25 anos pelo valor total do investimento, mostrando um valor hipotético da tarifa.

A energia gerada poderá ser compensada em outras unidades consumidoras escolhidas pelo proprietário, caracterizando um autoconsumo remoto, contanto que a unidade consumidora esteja cadastrada no mesmo CPF ou CNPJ da unidade geradora, com ambas sendo atendidas pela mesma concessionária.

**III. REAJUSTE DE PREÇOS:**

Na hipótese de ocorrerem variações significativas nos custos dos insumos e da mão-de-obra, reservamo-nos o direito de apresentar nova base de preço, com o objetivo de restabelecer o equilíbrio econômico/financeiro do fornecimento.

**IV. CONDIÇÕES DE PAGAMENTO:**

| DESCRIÇÃO  | QTD. | FORMA   | VALOR TOTAL           |
|--|------|---------|-----------------------|
| Sistema Gerador Fotovoltaico Completo + Aterramento  | 1    | Incluso | -                     |
| Projetos, Engenharia, Homologação, Contratos c/ à Concessionária, Substituição de Medidor e Instalação | 1    | Incluso | -                     |
| <b>TOTAL DO SISTEMA</b>  | -    | -       | <b>R\$ 149.313,78</b> |
| FRETE (Indústria – Local de Entrega)   | 1    | À Vista | Cotar na Data         |

O valor de aquisição do sistema gerador poderá ser financiado, sujeito à aprovação de crédito com a financeira, devendo ter seus valores consultados com a mesma.

O valor de frete está sujeito a mudanças, conforme variação do endereço para entrega e data do pedido.

- **TOTAL DO SISTEMA COM CÓDIGO FINAME: R\$ 162.349,11;**
  - o 114 módulos de 330 = 37,62 kWp\*

(\*) Orçamentos acima de 75 kWp está incluso o valor das proteções exigidas pela concessionária para conectar um sistema de minigeração distribuída à rede.

**IX. RETORNO DO VALOR INVESTIDO:**

| ANO | GERAÇÃO ANUAL DO SISTEMA (kWh) | TARIFA (R\$/kWh) | VALOR SEM SFV (R\$) | VALOR COM SFV (R\$) | ECONOMIA (R\$) | PAYBACK |              |
|-----|--------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------|---------|--------------|
|     |                                |                  |                     |                     |                | -R\$    | 149.313,78   |
| 1   | 55.260,17                      | R\$ 0,32         | R\$ 17.377,99       | R\$ 1.353,98        | R\$ 16.024,01  | -R\$    | 133.289,77   |
| 2   | 55.215,96                      | R\$ 0,36         | R\$ 19.115,79       | R\$ 1.489,37        | R\$ 17.626,42  | -R\$    | 115.663,35   |
| 3   | 55.171,79                      | R\$ 0,39         | R\$ 21.027,37       | R\$ 1.638,31        | R\$ 19.389,06  | -R\$    | 96.274,29    |
| 4   | 55.127,65                      | R\$ 0,43         | R\$ 23.130,10       | R\$ 1.802,14        | R\$ 21.327,96  | -R\$    | 74.946,33    |
| 5   | 55.083,55                      | R\$ 0,48         | R\$ 25.443,11       | R\$ 1.982,36        | R\$ 23.460,76  | -R\$    | 51.485,57    |
| 6   | 55.039,48                      | R\$ 0,52         | R\$ 27.987,43       | R\$ 2.180,59        | R\$ 25.806,83  | -R\$    | 25.678,74    |
| 7   | 54.995,45                      | R\$ 0,58         | R\$ 30.786,17       | R\$ 2.398,65        | R\$ 28.387,52  | R\$     | 2.708,78     |
| 8   | 54.951,45                      | R\$ 0,63         | R\$ 33.864,79       | R\$ 2.638,52        | R\$ 31.226,27  | R\$     | 33.935,05    |
| 9   | 54.907,49                      | R\$ 0,70         | R\$ 37.251,26       | R\$ 2.902,37        | R\$ 34.348,90  | R\$     | 68.283,95    |
| 10  | 54.863,57                      | R\$ 0,77         | R\$ 40.976,39       | R\$ 3.192,60        | R\$ 37.783,79  | R\$     | 106.067,74   |
| 11  | 54.819,68                      | R\$ 0,84         | R\$ 45.074,03       | R\$ 3.511,86        | R\$ 41.562,17  | R\$     | 147.629,90   |
| 12  | 54.775,82                      | R\$ 0,93         | R\$ 49.581,43       | R\$ 3.863,05        | R\$ 45.718,38  | R\$     | 193.348,28   |
| 13  | 54.732,00                      | R\$ 1,02         | R\$ 54.539,58       | R\$ 4.249,35        | R\$ 50.290,22  | R\$     | 243.638,50   |
| 14  | 54.688,21                      | R\$ 1,12         | R\$ 59.993,53       | R\$ 4.674,29        | R\$ 55.319,24  | R\$     | 298.957,75   |
| 15  | 54.644,46                      | R\$ 1,23         | R\$ 65.992,89       | R\$ 5.141,72        | R\$ 60.851,17  | R\$     | 359.808,91   |
| 16  | 54.600,75                      | R\$ 1,36         | R\$ 72.592,17       | R\$ 5.655,89        | R\$ 66.936,28  | R\$     | 426.745,20   |
| 17  | 54.557,07                      | R\$ 1,49         | R\$ 79.851,39       | R\$ 6.221,48        | R\$ 73.629,91  | R\$     | 500.375,11   |
| 18  | 54.513,42                      | R\$ 1,64         | R\$ 87.836,53       | R\$ 6.843,63        | R\$ 80.992,90  | R\$     | 581.368,01   |
| 19  | 54.469,81                      | R\$ 1,80         | R\$ 96.620,18       | R\$ 7.527,99        | R\$ 89.092,19  | R\$     | 670.460,21   |
| 20  | 54.426,23                      | R\$ 1,99         | R\$ 106.282,20      | R\$ 8.280,79        | R\$ 98.001,41  | R\$     | 768.461,62   |
| 21  | 54.382,69                      | R\$ 2,18         | R\$ 116.910,42      | R\$ 9.108,87        | R\$ 107.801,55 | R\$     | 876.263,17   |
| 22  | 54.339,19                      | R\$ 2,40         | R\$ 128.601,47      | R\$ 10.019,76       | R\$ 118.581,71 | R\$     | 994.844,88   |
| 23  | 54.295,72                      | R\$ 2,64         | R\$ 141.461,61      | R\$ 11.021,73       | R\$ 130.439,88 | R\$     | 1.125.284,76 |
| 24  | 54.252,28                      | R\$ 2,91         | R\$ 155.607,77      | R\$ 12.123,91       | R\$ 143.483,87 | R\$     | 1.268.768,63 |
| 25  | 54.208,88                      | R\$ 3,20         | R\$ 171.168,55      | R\$ 13.336,30       | R\$ 157.832,26 | R\$     | 1.426.600,89 |

AUTORIZADA





Tel.: +55 (45) 3092-4580

 Endereço: Rua da Bandeira 916  
 Centro - Cascavel - PR, CEP 85812-030  
 BSO, com voluntários da página

## ANEXO C – ORÇAMENTO PARCIAL AVIÁRIO 1 E 2

**BIOWATTS**  
 ENERGIA SOLAR

Cascavel, 09 de novembro de 2018

PGFv 329.11.18 – 11/2018

A/C: MARCIO OWSIANY

 LOCAL: CASCAVEL – PR  
 TIPO: AGRONEGÓCIO  
 PADRÃO: Telhado Existente  
 ÁREA DE INSTALAÇÃO: 104 m<sup>2</sup>

 MÓDULOS: 52 unidades  
 CAPACIDADE: 17,16 kWp\*  
 TENSÃO DE GERAÇÃO: 254 V  
 UC: 76265803
I. ESCOPO DE FORNECIMENTO:

## SISTEMA GERADOR FOTOVOLTAICO ON-GRID

| ITEM | PRODUTOS   |
|------|--|
| 1.   | KIT SISTEMA FOTOVOLTAICO   |
| 2.   | SISTEMA DE ATERRAMENTO CC + CA   |
| 3.   | INVERSOR FOTOVOLTAICO  |
| 4.   | SISTEMA DE PROTEÇÃO CC + CA  |
| 5.   | MODULO FOTOVOLTAICO 330 Wp   |
| 6.   | PROJETO ELÉTRICO SOLAR E ART   |
| 7.   | CONTRATOS, HOMOLOGAÇÃO, TESTES, SUBSTITUIÇÃO DO MEDIDOR E LIBERAÇÃO DE GERAÇÃO |
| 8.   | MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA  |
| 9.   | MONITORAMENTO REMOTO (INTERNET E CELULAR)                                      |



Ilustração do Kit Fotovoltaico Completo

[\*] Orçamentos acima de 75 kWp está incluso o valor das proteções exigidas pela concessionária para conectar um sistema de minigeração distribuída à rede.

AUTORIZADA

REALIZE

Tel.: +55 (45) 3937-4586

 Endereço: Rua da Bandeira 92B  
 Centro - Cascavel - PR, CEP 85811-100  
 ISO, com voluntários da página

## II. CONDIÇÕES COMERCIAIS:

Os preços apresentados nesta proposta são válidos para as quantidades e especificações indicadas, diretamente vinculadas ao cumprimento dos eventos financeiros previstos nas condições de pagamento.

Esta proposta foi elaborada considerando a proximidade de conexão do inversor com o quadro de distribuição, possuindo uma distância máxima de 10 metros entre os itens citados, não contemplando os custos referentes a adequações em instalações elétricas, estruturas de cobertura, fundações para garagem, estruturas de solo e demais ajustes não tratados no escopo do projeto de geração fotovoltaica.

Sistema gerador fotovoltaico projetado para **suprir 100,00 %** do consumo atual. Baseando-se em uma média de consumo anual calculada de **2025,00 kWh** e um sistema de geração com capacidade de **2100,53 kWh**.

### VALOR DO kWh com Energia Solar R\$ 0,12

Este valor tarifário é dado pela razão da geração total do sistema em 25 anos pelo valor total do investimento, mostrando um valor hipotético da tarifa.

A energia gerada poderá ser compensada em outras unidades consumidoras escolhidas pelo proprietário, caracterizando um autoconsumo remoto, contanto que a unidade consumidora esteja cadastrada no mesmo CPF ou CNPJ da unidade geradora, com ambas sendo atendidas pela mesma concessionária.

## III. REAJUSTE DE PREÇOS:

Na hipótese de ocorrerem variações significativas nos custos dos insumos e da mão-de-obra, reservamo-nos o direito de apresentar nova base de preço, com o objetivo de restabelecer o equilíbrio econômico/financeiro do fornecimento.

## IV. CONDIÇÕES DE PAGAMENTO:

| DESCRIÇÃO  | QTD. | FORMA   | VALOR TOTAL          |
|--|------|---------|----------------------|
| Sistema Gerador Fotovoltaico Completo + Aterramento  | 1    | Incluso | -                    |
| Projetos, Engenharia, Homologação, Contratos c/ à Concessionária, Substituição de Medidor e Instalação | 1    | Incluso | -                    |
| <b>TOTAL DO SISTEMA</b>  | -    | -       | <b>R\$ 74.414,34</b> |
| FRETE (Indústria – Local de Entrega)   | 1    | À Vista | Cotar na Data        |

O valor de aquisição do sistema gerador poderá ser financiado, sujeito à aprovação de crédito com a financeira, devendo ter seus valores consultados com a mesma.

O valor de frete está sujeito a mudanças, conforme variação do endereço para entrega e data do pedido.

- **TOTAL DO SISTEMA COM CÓDIGO FINAME: R\$ 79.099,02;**
  - o 52 módulos de 330 = 17,16 kWp\*

(\*) Orçamentos acima de 75 kWp está incluso o valor das proteções exigidas pela concessionária para conectar um sistema de minigeração distribuída à rede.

AUTORIZADA

**Jinko**  
Solar

**REALIZE**  
Solar

REALIZE

Tel.: +55 (45) 3037-4580

Endereço: Rua da Bandeira 936  
Centro - Cascavel - PR, CEP 85811-000  
CSO, com voluntários da pátria

**IX. RETORNO DO VALOR INVESTIDO:**

| ANO | GERAÇÃO ANUAL DO SISTEMA (kWh) | TARIFA (R\$/kWh) | VALOR SEM SFV (R\$) | VALOR COM SFV (R\$) | ECONOMIA (R\$) | PAYBACK |            |
|-----|--------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------|---------|------------|
|     |                                |                  |                     |                     |                | -R\$    | R\$        |
|     |                                |                  |                     |                     |                | -R\$    | 74.414,34  |
| 1   | 25.206,39                      | R\$ 0,32         | R\$ 7.888,24        | R\$ 122,64          | R\$ 7.765,60   | -R\$    | 66.648,74  |
| 2   | 25.186,23                      | R\$ 0,36         | R\$ 8.677,07        | R\$ 134,91          | R\$ 8.542,16   | -R\$    | 58.106,58  |
| 3   | 25.166,08                      | R\$ 0,39         | R\$ 9.544,77        | R\$ 148,40          | R\$ 9.396,38   | -R\$    | 48.710,20  |
| 4   | 25.145,95                      | R\$ 0,43         | R\$ 10.499,25       | R\$ 163,24          | R\$ 10.336,01  | -R\$    | 38.374,19  |
| 5   | 25.125,83                      | R\$ 0,48         | R\$ 11.549,17       | R\$ 179,56          | R\$ 11.369,61  | -R\$    | 27.004,58  |
| 6   | 25.105,73                      | R\$ 0,52         | R\$ 12.704,09       | R\$ 197,52          | R\$ 12.506,58  | -R\$    | 14.498,00  |
| 7   | 25.085,64                      | R\$ 0,58         | R\$ 13.974,50       | R\$ 217,27          | R\$ 13.757,23  | -R\$    | 740,77     |
| 8   | 25.065,58                      | R\$ 0,63         | R\$ 15.371,95       | R\$ 238,99          | R\$ 15.132,96  | R\$     | 14.392,19  |
| 9   | 25.045,52                      | R\$ 0,70         | R\$ 16.909,15       | R\$ 262,89          | R\$ 16.646,25  | R\$     | 31.038,44  |
| 10  | 25.025,49                      | R\$ 0,77         | R\$ 18.600,06       | R\$ 289,18          | R\$ 18.310,88  | R\$     | 49.349,32  |
| 11  | 25.005,47                      | R\$ 0,84         | R\$ 20.460,07       | R\$ 318,10          | R\$ 20.141,97  | R\$     | 69.491,29  |
| 12  | 24.985,46                      | R\$ 0,93         | R\$ 22.506,07       | R\$ 349,91          | R\$ 22.156,16  | R\$     | 91.647,45  |
| 13  | 24.965,47                      | R\$ 1,02         | R\$ 24.756,68       | R\$ 384,90          | R\$ 24.371,78  | R\$     | 116.019,23 |
| 14  | 24.945,50                      | R\$ 1,12         | R\$ 27.232,35       | R\$ 423,39          | R\$ 26.808,96  | R\$     | 142.828,19 |
| 15  | 24.925,54                      | R\$ 1,23         | R\$ 29.955,58       | R\$ 465,73          | R\$ 29.489,85  | R\$     | 172.318,04 |
| 16  | 24.905,60                      | R\$ 1,36         | R\$ 32.951,14       | R\$ 512,31          | R\$ 32.438,84  | R\$     | 204.756,88 |
| 17  | 24.885,68                      | R\$ 1,49         | R\$ 36.246,26       | R\$ 563,54          | R\$ 35.682,72  | R\$     | 240.439,60 |
| 18  | 24.865,77                      | R\$ 1,64         | R\$ 39.870,88       | R\$ 619,89          | R\$ 39.250,99  | R\$     | 279.690,59 |
| 19  | 24.845,88                      | R\$ 1,80         | R\$ 43.857,97       | R\$ 681,88          | R\$ 43.176,09  | R\$     | 322.866,68 |
| 20  | 24.826,00                      | R\$ 1,99         | R\$ 48.243,77       | R\$ 750,07          | R\$ 47.493,70  | R\$     | 370.360,39 |
| 21  | 24.806,14                      | R\$ 2,18         | R\$ 53.068,15       | R\$ 825,07          | R\$ 52.243,07  | R\$     | 422.603,46 |
| 22  | 24.786,30                      | R\$ 2,40         | R\$ 58.374,96       | R\$ 907,58          | R\$ 57.467,38  | R\$     | 480.070,84 |
| 23  | 24.766,47                      | R\$ 2,64         | R\$ 64.212,46       | R\$ 998,34          | R\$ 63.214,12  | R\$     | 543.284,96 |
| 24  | 24.746,65                      | R\$ 2,91         | R\$ 70.633,70       | R\$ 1.098,17        | R\$ 69.535,53  | R\$     | 612.820,49 |
| 25  | 24.726,86                      | R\$ 3,20         | R\$ 77.697,07       | R\$ 1.207,99        | R\$ 76.489,08  | R\$     | 689.309,57 |

AUTORIZADA











Tel.: +55 (45) 9037-4580

Endereço: Rua da Bandeira 936  
Centro - Cassial - PR, CEP 83124-200  
ESG, com voluntários da página




## ANEXO D – TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA DO AVIÁRIO 1

|  |                      |  |                            |             |            |           |
|--|----------------------|--|----------------------------|-------------|------------|-----------|
|  <b>COPEL</b><br>Copel Distribuição S.A.<br>José Osório Soares, 150 S.C. - Mossungó - Curitiba PR - CEP 81200-240<br>CNPJ: 04.388.888/0001-06 INSC 233.073-89 - IPI 423.982-4   |                      |  www.copel.com<br>0800 51 00 116  |                            |             |            |           |
| <b>MARCIO OWSIANY</b><br><b>LIN MELISSA - SÍTIO SÃO JOSÉ</b><br><b>RURAL DE CASCAVEL - CASCAVEL - PR - CEP: 85829-899</b><br>81776 01 652 314590<br>CPF 965.283.429-53   |                      | Mês de referência<br><b>Malo/2018</b><br>Unidade Consumidora<br><b>77680456</b><br>Vencimento<br><b>20/05/2018</b><br><b>VALOR A PAGAR</b><br><b>R\$ 998,09</b><br>FAT-01-38186211560854-96  |                            |             |            |           |
| Responsabilidade de Manutenção de Iluminação Pública: Município 106  |                      |  |                            |             |            |           |
| <b>Informações Técnicas</b>  |                      |  |                            |             |            |           |
| Nº Medidor: MD 0292771460 - MONOFÁSICO RURAL   |                      |  |                            |             |            |           |
| Rural/Tm-Criação de Fios para P. Corta   |                      |  |                            |             |            |           |
| Leitura Anterior   | Leitura Atual        | Medido   | Constante de Multiplicação |             |            |           |
| 02/04/2018<br>08881  | 02/05/2018<br>51485  | 30 dias<br>2864 kWh  | 1                          |             |            |           |
| Total Faturado   | Consumo Médio Diário | Data de Apresentação   | Próxima Leitura Prevista   |             |            |           |
| 4.023 kWh  | 86,80 kWh            | 14/05/2018   | 01/06/2018                 |             |            |           |
| <b>Histórico de Consumo e Pagamento</b>  |                      | <b>Valores Faturados</b>   |                            |             |            |           |
| Mês  | kWh                  | Dr. Pgto.  | Valor                      |             |            |           |
| 04/2018  | 2284                 | 20/04/2018   | 593,97                     |             |            |           |
| 03/2018  | 658                  | 20/03/2018   | 168,42                     |             |            |           |
| 02/2018  | 5612                 | 20/02/2018   | 1.499,51                   |             |            |           |
| 01/2018  | 2051                 | 22/01/2018   | 734,31                     |             |            |           |
| 12/2017  | 2779                 | 20/12/2017   | 858,39                     |             |            |           |
| 11/2017  | 2231                 | 20/11/2017   | 682,14                     |             |            |           |
| 10/2017  | 3074                 | 20/10/2017   | 1.023,28                   |             |            |           |
| 09/2017  | 1730                 | 20/09/2017   | 473,58                     |             |            |           |
| 08/2017  | 1821                 | 21/08/2017   | 511,81                     |             |            |           |
| 07/2017  | 2313                 | 20/07/2017   | 577,75                     |             |            |           |
| 06/2017  | 2882                 | 20/06/2017   | 770,33                     |             |            |           |
| 05/2017  | 3062                 | 22/05/2017   | 947,43                     |             |            |           |
| <b>NOTA FISCAL/CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA Nº 018.674.589- SÉRIE B</b>   |                      |  |                            |             |            |           |
| Emitida em 04/05/2018  |                      |  |                            |             |            |           |
| Produto  | Un.                  | Consumo  | Valor Unitário             | Valor Total | Base Calc. | Aliq. KMS |
| ENERGIA ELÉTRICA CONSUMO   | kWh                  | 2.604  | 1.238620                   | 846,31      | 0,00       | 0,00%     |
| ENERGIA ELET CONSUMO POR RES   | kWh                  | 1.478  | 1.238620                   | 184,26      | 0,00       | 0,00%     |
| ENERGIA CONS. BARRILETA  | kWh                  |  |                            | 2,21        | 0,00       | 0,00%     |
| CRÉD VIEL META CONT  | 00                   |  |                            | -33,88      |            |           |
| <b>Indicadores de Qualidade</b>  |                      | <b>Composição dos Valores</b>  |                            |             |            |           |
| Conjunto: PMS-GRD03<br>Mês Ref.: 03/2018<br>Realizado: 26,23   DIC: 1,08   PIC: 20,23   DMC: -   DCR: -   EUSO: 68,28<br>Limite Mensal: 10,73   7,58   3,78   16,65   -   -<br>Limite Trimestral: 31,66   15,76   -   -   -   -<br>Limite Anual: 42,92   32,39   -   -   -   -<br>Tensão Contratada: 127,000 volts<br>Limite Admissível Tensão: 117 a 133,334 a 287 volts<br>O não cumprimento das indicações DIC, PIC, DMC e DCR definidas pela ANEEL, resultará em compensação financeira ao consumidor pelo atendimento não adequado. É direito do consumidor solicitar a aplicação destas indicações a qualquer tempo. |                      | Base de Cálculo do ICMS: 0,00   Valor ICMS: 0,00   Valor Total da Nota Fiscal: 998,09<br>Distribuição: 208,39   Rec. Setorial: 762,86   Energia: 248,60   Transmissão: 110,53   Tributos: 31,90   Total: 1.231,78<br>Reservado ao Fisco: 3687.E2E6.6F9E.5F1E.7729.4638.FCFF.2C63 |                            |             |            |           |
| <b>Reaviso de Vencimento</b>   |                      |  |                            |             |            |           |
| Autenticação Mecânica  |                      |  |                            |             |            |           |
| IDENTIFICAÇÃO  | Mês                  |  |                            |             |            |           |
| 77680456   | 05/2018              |  |                            |             |            |           |
| Vencimento   | Valor a Pagar        |  |                            |             |            |           |
| 20/05/2018   | 998,09               |  |                            |             |            |           |
|  <b>COPEL</b>   |                      | 8300000000 5 98080119000 0 00101020186 9 21156085496 3<br>NÃO RECEBER - FATURA ARRECADADA  |                            |             |            |           |

## ANEXO E – TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA DO AVIÁRIO 2

|  <b>COPEL</b><br>Copel Distribuição S.A.<br>José Irineo Baretto, 150 S/C - Mossungul - Curitiba/PR - CEP: 81200-240<br>CNPJ: 04.388.888/0001-08- IE: 80.233.073-99 - IM: 423.882-4  |                     |  www.copel.com<br>0800 51 00 116 |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
|--|---------------------|---|--|------------------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|-----------|------------|------------|------------|------|------------|--------|---------|------|------------|--------|---------|------|------------|----------|---------|------|------------|--------|---------|------|------------|--------|---------|------|------------|--------|---------|------|------------|--------|---------|------|------------|----------|---|--|--|---------|-----------|-----|---------|----------------|-------------|-----------|------------|--------------------------|--|-----|-------|----------|--------|------|-------|------------------------------|--|-----|-------|----------|--------|------|-------|------------------------|--|-----|--|--|------|------|-------|---------------------|------|--|--|--|--------|--|--|
| <b>MARCIO OWSIANY</b><br><b>LIN MELISSA - SÍTIO SÃO JOSÉ</b><br><b>RURAL DE CASCAVEL - CASCAVEL - PR - CEP: 85820-499</b><br>81776 01 652 315090<br>CPF 955.283.429-53   |                     | Mês de referência<br><b>Malo/2018</b>   | Unidade Consumidora<br><b>76265803</b> |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
|  |                     | Vencimento<br><b>20/05/2018</b>   | VALOR A PAGAR<br><b>R\$ 1.155,02</b>   |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Responsabilidade de Manutenção de Iluminação Pública: Município 100  |                     |   | FAT-01-20180211560803-9                |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| <b>Informações Técnicas</b>  |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| <b>Nº Medidor: MD 0280871550 - MONOFASICO RURAL</b>  |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rural/Tm-Criação de Franço P Corte</th> <th>Letura Anterior</th> <th>Letura Atual</th> <th>Medido</th> <th>Constante de Multiplicação</th> <th>Total Faturado</th> <th>Consumo Médio Diário</th> <th>Data de Apresentação</th> <th>Próxima Letura Prevista</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>02/04/2018<br/>81779</td> <td>02/05/2018<br/>84853</td> <td>30 dias<br/>3074 kWh</td> <td>1</td> <td>4.512 kWh</td> <td>152,40 kWh</td> <td>14/05/2018</td> <td>01/06/2018</td> </tr> </tbody> </table>  |                     |   |  | Rural/Tm-Criação de Franço P Corte | Letura Anterior | Letura Atual         | Medido               | Constante de Multiplicação | Total Faturado | Consumo Médio Diário | Data de Apresentação | Próxima Letura Prevista |         | 02/04/2018<br>81779 | 02/05/2018<br>84853 | 30 dias<br>3074 kWh | 1       | 4.512 kWh | 152,40 kWh | 14/05/2018 | 01/06/2018 |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Rural/Tm-Criação de Franço P Corte   | Letura Anterior     | Letura Atual  | Medido                                 | Constante de Multiplicação         | Total Faturado  | Consumo Médio Diário | Data de Apresentação | Próxima Letura Prevista    |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
|  | 02/04/2018<br>81779 | 02/05/2018<br>84853   | 30 dias<br>3074 kWh                    | 1                                  | 4.512 kWh       | 152,40 kWh           | 14/05/2018           | 01/06/2018                 |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| <b>Histórico de Consumo e Pagamento</b>  |                     | <b>Valores Faturados</b>  |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>kWh</th> <th>Dt.Pgto.</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>04/2018</td><td>2477</td><td>20/04/2018</td><td>661,11</td></tr> <tr><td>03/2018</td><td>574</td><td>20/03/2018</td><td>155,17</td></tr> <tr><td>02/2018</td><td>6026</td><td>20/02/2018</td><td>1.639,59</td></tr> <tr><td>01/2018</td><td>2892</td><td>22/01/2018</td><td>826,87</td></tr> <tr><td>12/2017</td><td>3153</td><td>20/12/2017</td><td>990,47</td></tr> <tr><td>11/2017</td><td>2575</td><td>20/11/2017</td><td>798,86</td></tr> <tr><td>10/2017</td><td>4114</td><td>20/10/2017</td><td>1.187,06</td></tr> <tr><td>09/2017</td><td>2166</td><td>20/09/2017</td><td>613,28</td></tr> <tr><td>08/2017</td><td>2045</td><td>21/08/2017</td><td>580,49</td></tr> <tr><td>07/2017</td><td>2653</td><td>20/07/2017</td><td>655,02</td></tr> <tr><td>06/2017</td><td>3251</td><td>20/06/2017</td><td>882,60</td></tr> <tr><td>05/2017</td><td>4626</td><td>22/05/2017</td><td>1.057,44</td></tr> </tbody> </table> | Mês                 | kWh   | Dt.Pgto.                               | Valor                              | 04/2018         | 2477                 | 20/04/2018           | 661,11                     | 03/2018        | 574                  | 20/03/2018           | 155,17                  | 02/2018 | 6026                | 20/02/2018          | 1.639,59            | 01/2018 | 2892      | 22/01/2018 | 826,87     | 12/2017    | 3153 | 20/12/2017 | 990,47 | 11/2017 | 2575 | 20/11/2017 | 798,86 | 10/2017 | 4114 | 20/10/2017 | 1.187,06 | 09/2017 | 2166 | 20/09/2017 | 613,28 | 08/2017 | 2045 | 21/08/2017 | 580,49 | 07/2017 | 2653 | 20/07/2017 | 655,02 | 06/2017 | 3251 | 20/06/2017 | 882,60 | 05/2017 | 4626 | 22/05/2017 | 1.057,44 | <p style="text-align: center;"><b>NOTA FISCAL CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA Nº 011.674.586 - SÉRIE B</b><br/>         Emitida em 04/05/2018</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Produto</th> <th>Descrição</th> <th>Un.</th> <th>Consumo</th> <th>Valor Unitário</th> <th>Valor Total</th> <th>Base Cál.</th> <th>Alíq. ICMS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENERGIA ELÉTRICA CONSUMO</td> <td></td> <td>kWh</td> <td>3.074</td> <td>0,328819</td> <td>997,88</td> <td>0,00</td> <td>0,00%</td> </tr> <tr> <td>ENERGIA ELET CONSUMO PER RCS</td> <td></td> <td>kWh</td> <td>1.438</td> <td>0,129860</td> <td>186,71</td> <td>0,00</td> <td>0,00%</td> </tr> <tr> <td>ENERGIA CONS. 9 AMANHA</td> <td></td> <td>kWh</td> <td></td> <td></td> <td>2,56</td> <td>0,00</td> <td>0,00%</td> </tr> <tr> <td>CRED VIOL META CONT</td> <td>(00)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-32,12</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> |  |  | Produto | Descrição | Un. | Consumo | Valor Unitário | Valor Total | Base Cál. | Alíq. ICMS | ENERGIA ELÉTRICA CONSUMO |  | kWh | 3.074 | 0,328819 | 997,88 | 0,00 | 0,00% | ENERGIA ELET CONSUMO PER RCS |  | kWh | 1.438 | 0,129860 | 186,71 | 0,00 | 0,00% | ENERGIA CONS. 9 AMANHA |  | kWh |  |  | 2,56 | 0,00 | 0,00% | CRED VIOL META CONT | (00) |  |  |  | -32,12 |  |  |
| Mês  | kWh                 | Dt.Pgto.  | Valor                                  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 04/2018  | 2477                | 20/04/2018  | 661,11                                 |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 03/2018  | 574                 | 20/03/2018  | 155,17                                 |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 02/2018  | 6026                | 20/02/2018  | 1.639,59                               |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 01/2018  | 2892                | 22/01/2018  | 826,87                                 |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 12/2017  | 3153                | 20/12/2017  | 990,47                                 |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 11/2017  | 2575                | 20/11/2017  | 798,86                                 |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 10/2017  | 4114                | 20/10/2017  | 1.187,06                               |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 09/2017  | 2166                | 20/09/2017  | 613,28                                 |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 08/2017  | 2045                | 21/08/2017  | 580,49                                 |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 07/2017  | 2653                | 20/07/2017  | 655,02                                 |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 06/2017  | 3251                | 20/06/2017  | 882,60                                 |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 05/2017  | 4626                | 22/05/2017  | 1.057,44                               |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Produto  | Descrição           | Un.   | Consumo                                | Valor Unitário                     | Valor Total     | Base Cál.            | Alíq. ICMS           |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| ENERGIA ELÉTRICA CONSUMO   |                     | kWh   | 3.074                                  | 0,328819                           | 997,88          | 0,00                 | 0,00%                |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| ENERGIA ELET CONSUMO PER RCS   |                     | kWh   | 1.438                                  | 0,129860                           | 186,71          | 0,00                 | 0,00%                |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| ENERGIA CONS. 9 AMANHA   |                     | kWh   |  |                                    | 2,56            | 0,00                 | 0,00%                |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| CRED VIOL META CONT  | (00)                |   |  |                                    | -32,12          |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| <b>Indicadores de Qualidade</b>  |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Conjunto: PNE-ERROS<br>Métr. Nat.: 03/2018   |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Realizado:   | DEC                 | FC  | DMC                                    | DCR                                | ELSD            |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Limite Mensal:   | 25,23               | 1,00  | 25,23                                  | -                                  | (R\$) 43,33     |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Limite Trimestral:   | 72,72               | 7,58  | 7,78                                   | 18,80                              |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Limite Anual:  | 21,48               | 15,78   | -                                      | -                                  |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Limite Mensal/Tenda:   | 42,80               | 30,39   | -                                      | -                                  |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Tenda/Contrato: 02/2014 vol.1<br>Limite Mensal/Tenda: 117 a 133/2014 a 267 vol.1   |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| O não cumprimento dos indicadores DEC, FC, DMC e DCR, definidos pela ANEEL, constitui uma comprovação técnica de consumo fora da concessionária em atendimento. É direito do consumidor solicitar a suspensão destes indicadores a qualquer tempo.   |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| <b>Reaviso de Vencimento</b>   |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Seguindo Via   |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| IDENTIFICAÇÃO<br>76265803  |                     | Mês<br>05/2018  |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Vencimento<br>20/05/2018   |                     | Valor a Pagar<br>1.155,02   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| Autenticação Mecânica  |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
|  <b>COPEL</b>   |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |
| 83600000114 55020111000 8 00101020186 9 2115608803 6<br>NÃO RECEBER - FATURA ARRECADADA  |                     |   |  |                                    |                 |                      |                      |                            |                |                      |                      |                         |         |                     |                     |                     |         |           |            |            |            |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |        |         |      |            |          |   |  |  |         |           |     |         |                |             |           |            |                          |  |     |       |          |        |      |       |                              |  |     |       |          |        |      |       |                        |  |     |  |  |      |      |       |                     |      |  |  |  |        |  |  |

## ANEXO F – TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA DO AVIÁRIO 3

|  |                      |   |   |                       |                   |                   |
|--|----------------------|---|---|-----------------------|-------------------|-------------------|
|  <b>COPEL</b><br>Copel Distribuição S.A.<br>José Inácio Baerens, 150 bl.C - Mossungüê - Curitiba PR - CEP 81200-240<br>CNPJ: 04.388.888/0001-08 - IE 80.233.073-99 - IM 423.992-4   |                      |  www.copel.com<br>0800 51 00 116 |   |                       |                   |                   |
| <b>MARCO OWSIANY</b><br><b>LIN MELISSA</b><br>RURAL DE CASCAVEL - CASCAVEL - PR - CEP: 85829-899<br>CPF 955.283.429-53   |                      | Mês de referência<br><b>Mai/2018</b>  | Unidade Consumidora<br><b>95620788</b>      |                       |                   |                   |
|  |                      | Vencimento<br><b>20/05/2018</b>   | <b>VALOR A PAGAR</b><br><b>R\$ 1.725,75</b> |                       |                   |                   |
| Responsabilidade de Manutenção de Iluminação Pública: Município 100  |                      |   | FAT-01-20180211560828-86                    |                       |                   |                   |
| <b>Informações Técnicas</b>  |                      |   |   |                       |                   |                   |
| Nº Medidor: MD 0331870182 - BIFASICO   |                      |   |   |                       |                   |                   |
| Rural/Tm-Criação de Pontos P Corte   |                      |   |   |                       |                   |                   |
| Leitura Anterior   | Leitura Atual        | Medido  | Constante de Multiplicação                  |                       |                   |                   |
| 02/04/2018<br>95475  | 02/05/2018<br>99995  | 30 dias<br>4520 kWh   | 1   |                       |                   |                   |
| Total Faturado   | Consumo Médio Diário | Data de Apresentação  | Próxima Leitura Prevista                    |                       |                   |                   |
| 7.034 kWh  | 150,86 kWh           | 14/05/2018  | 01/06/2018                                  |                       |                   |                   |
| <b>Histórico de Consumo e Pagamento</b>  |                      | <b>Valores Faturados</b>  |   |                       |                   |                   |
| <b>Mês</b>   | <b>kWh</b>           | <b>DL Pgto.</b>   | <b>Valor</b>                                |                       |                   |                   |
| 04/2018  | 3023                 | 20/04/2018  | 790,70                                      |                       |                   |                   |
| 03/2018  | 5453                 | 20/03/2018  | 376,50                                      |                       |                   |                   |
| 02/2018  | 9191                 | 20/02/2018  | 2.427,66                                    |                       |                   |                   |
| 01/2018  | 4389                 | 22/01/2018  | 1.255,12                                    |                       |                   |                   |
| 12/2017  | 4400                 | 20/12/2017  | 1.330,92                                    |                       |                   |                   |
| 11/2017  | 3235                 | 20/11/2017  | 945,98                                      |                       |                   |                   |
| 10/2017  | 5731                 | 20/10/2017  | 1.582,53                                    |                       |                   |                   |
| 09/2017  | 2271                 | 20/09/2017  | 604,68                                      |                       |                   |                   |
| 08/2017  | 3235                 | 21/08/2017  | 899,61                                      |                       |                   |                   |
| 07/2017  | 4943                 | 20/07/2017  | 1.210,67                                    |                       |                   |                   |
| 06/2017  | 4356                 | 20/06/2017  | 1.136,29                                    |                       |                   |                   |
| 05/2017  | 7300                 | 22/05/2017  | 1.709,61                                    |                       |                   |                   |
| <b>NOTA FISCAL/CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA Nº 018.674.581- SÉRIE B</b>   |                      |   |   |                       |                   |                   |
| Emitida em 04/05/2018  |                      |   |   |                       |                   |                   |
| <b>Produto</b>   | <b>Un.</b>           | <b>Consumo</b>  | <b>Valor Unitário</b>                       | <b>Valor Total</b>    | <b>Base Calc.</b> | <b>Aliq. ICMS</b> |
| ENERGIA ELÉTRICA CONSUMO   | kWh                  | 4.520   | 0,338022                                    | 1.487,29              | 0,00              | 0,00%             |
| ENERGIA ELET CONSUMO PER RES   | kWh                  | 2.514   | 0,128865                                    | 326,63                | 0,00              | 0,00%             |
| ENERGIA CONS. B.AMARILLA   | kWh                  |   |   | 3,88                  | 0,00              | 0,00%             |
| CRSD VOL META CONT   | (02)                 |   |   | -71,85                |                   |                   |
| <b>Base de Cálculo do ICMS</b>   |                      | <b>Valor ICMS</b>   | <b>Valor Total da Nota Fiscal</b>           |                       |                   |                   |
| 0,00   |                      | 0,00  | 1.725,75                                    |                       |                   |                   |
| <b>Composição dos Valores</b>  |                      | <b>Reservado ao Fisco</b>   |   |                       |                   |                   |
| Distribuição   | 637,28               | <b>B375.BE2B.3A74.B292.45CD.C1CE.BA2B.6B70</b>  |   |                       |                   |                   |
| Enc. Setorial  | 286,71               |   |   |                       |                   |                   |
| Energia  | 636,33               |   |   |                       |                   |                   |
| Transmissão  | 247,80               |   |   |                       |                   |                   |
| Taxas  | 89,89                |   |   |                       |                   |                   |
| <b>Total</b>   | <b>1.797,80</b>      |   |   |                       |                   |                   |
| Leitura Pré-Revisão - atual 60889 (02/05/2018) anterior 37831 (02/04/2018)<br>INCLUIÇÃO NA FATURA POR RETENÇÃO E CANCELAMENTO DE VOUCHER NÃO RELACIONADO<br>FATURA DO MÊS 940218 ARRECADADA POR DEBITO AUTOMÁTICO<br>A qualquer tempo pode ser solicitado o cancelamento de vouchers não relacionados<br>à prestação do serviço de energia elétrica, como convênios e dívidas.<br>Afaste superior a 480hrs sujeito inclusão no cadastro de inadimplentes CADINPR<br>Agende e pague no site da Copel pelo site ou aplicativo.<br>Período Valid Tarif.: Verificar 03/04/2014 Anexos 2 105-0203 |                      |   |   |                       |                   |                   |
| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>   |                      | <b>Mês</b>  |   | Autenticação Mecânica |                   |                   |
| 95620788   |                      | 05/2018   |   |                       |                   |                   |
| <b>Vencimento</b>  |                      | <b>Valor a Pagar</b>  |   |                       |                   |                   |
| 20/05/2018   |                      | 1.725,75  |   |                       |                   |                   |
|  <b>COPEL</b>   |                      | 8365000017 6 2575011000 7 00101020186 9 21156082886 8<br>NÃO RECEBER - FATURA ARRECADADA                            |   |                       |                   |                   |

## ANEXO G – TABELA DE DIMENSIONAMENTO DA NTC 901100

| TABELA DE DIMENSIONAMENTO |                      |                              |                 |                |           |                               |                             |  |  |                      |                     |                                       |                     |                                       |                                       |                                       |
|---------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------|----------------|-----------|-------------------------------|-----------------------------|--|--|----------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Categoria                 | Demanda Máxima (kVA) | Disjuntor Proteção Geral (A) | Número de Fases | Número de Fios | Medidores | RAMAL DE LIGAÇÃO MULTIPLEXADO |                             | RAMAL DE ENTRADA   |  |                      |                     | ATERRAMENTO (condutor nu ou encapado) |                     | POSTE                                 |                                       |                                       |
|                           |                      |                              |                 |                |           | Cobre (mm <sup>2</sup> )      | Alumínio (mm <sup>2</sup> ) | Embutido Cobre F e N (mm <sup>2</sup> )<br>Maneira "B1"<br>de instalar | Subterrâneo Cobre (mm <sup>2</sup> )<br>F e N<br>Maneira "D" de instalar | Isolação PVC (70 °C) | EPR ou XLPE (90 °C) | Isolação PVC (70 °C)                  | EPR ou XLPE (90 °C) |                                       | Conductor de Cobre (mm <sup>2</sup> ) | Eletroduto PVC φ nominal              |
|                           |                      |                              |                 |                |           |                               |                             | Isolação PVC (70 °C)   | EPR ou XLPE (90 °C)  | Isolação PVC (70 °C) | EPR ou XLPE (90 °C) | Isolação PVC (70 °C)                  | EPR ou XLPE (90 °C) | Conductor de Cobre (mm <sup>2</sup> ) | Eletroduto PVC φ nominal              | Carga a 200 mm do topo do poste (daN) |
| 12                        | 6                    | 50                           | 1               | 2              | M         | 10                            | 16                          | 10   | 10   | 10                   | 10                  | 10                                    | 10                  | 10                                    | 19                                    | 75                                    |
| 14                        | 8                    | 63                           | 1               | 2              | M         | 10                            | 16                          | 16   | 10   | 16                   | 10                  | 16                                    | 10                  | 16                                    | 19                                    | 75                                    |
| 19                        | 10                   | 50                           | 1               | 3              | M3        | 10                            | 16                          | 10   | 10   | 10                   | 10                  | 10                                    | 10                  | 10                                    | 19                                    | 75                                    |
| 22                        | 15                   | 70                           | 1               | 3              | M3        | 10                            | 25                          | 25   | 16   | 25                   | 16                  | 25                                    | 16                  | 16                                    | 19                                    | 100                                   |
| 25                        | 25                   | 100                          | 1               | 3              | M3        | 16                            | 35                          | 35   | 25   | 35                   | 25                  | 35                                    | 25                  | 16                                    | 19                                    | 200                                   |
| 28                        | 11                   | 50                           | 2               | 3              | B         | 10                            | 16                          | 10   | 10   | 10                   | 10                  | 10                                    | 10                  | 10                                    | 19                                    | 75                                    |
| 29                        | 14                   | 63                           | 2               | 3              | B         | 10                            | 16                          | 16   | 10   | 16                   | 10                  | 16                                    | 16                  | 16                                    | 19                                    | 75                                    |
| 36                        | 19                   | 50                           | 3               | 4              | T         | 10                            | 16                          | 10   | 10   | 10                   | 10                  | 10                                    | 10                  | 10                                    | 19                                    | 75                                    |
| 37                        | 24                   | 63                           | 3               | 4              | T         | 16                            | 16                          | 16   | 10   | 16                   | 16                  | 16                                    | 16                  | 16                                    | 19                                    | 75                                    |
| 38                        | 30                   | 80                           | 3               | 4              | T         | 16                            | 25                          | 25   | 16   | 25                   | 16                  | 25                                    | 16                  | 16                                    | 19                                    | 200                                   |
| 41                        | 38                   | 100                          | 3               | 4              | T         | 16                            | 25                          | 35   | 25   | 35                   | 25                  | 35                                    | 25                  | 16                                    | 19                                    | 200                                   |
| 42                        | 48                   | 125                          | 3               | 4              | T         | 25                            | 35                          | 50   | 35   | 50                   | 50                  | 50                                    | 50                  | 25                                    | 25                                    | 200                                   |
| 43                        | 57                   | 150                          | 3               | 4              | T         | 35                            | 50                          | 70   | 50   | 70                   | 70                  | 70                                    | 70                  | 35                                    | 25                                    | 300                                   |
| 44                        | 67                   | 175                          | 3               | 4              | T         | 50                            | 70                          | 95   | 70   | 95                   | 70                  | 95                                    | 70                  | 50                                    | 25                                    | 300                                   |
| 45                        | 76                   | 200                          | 3               | 4              | T         | 50                            | 70                          | 95   | 70   | 95                   | 70                  | *Nota 11                              | 95                  | 50                                    | 25                                    | 300                                   |
| 46                        | 37                   | 150                          | 1               | 3              | T         | 35                            | 50                          | 70   | 50   | 70                   | 70                  | 70                                    | 70                  | 35                                    | 25                                    | 300                                   |
| 47                        | 44                   | 175                          | 1               | 3              | T         | 50                            | 70                          | 95   | 70   | 95                   | 70                  | 95                                    | 70                  | 50                                    | 25                                    | 300                                   |
| 48                        | 50                   | 200                          | 1               | 3              | T         | 50                            | 70                          | 95   | 95   | *Nota 11             | 95                  | *Nota 11                              | 95                  | 50                                    | 25                                    | 300                                   |