



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CAMPUS DE POMBAL-PB**

**GABRIELLA MOREIRA CAMPOS**

**Estudo de viabilidade econômica para um modelo de produção energética  
fotovoltaica na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)**

**POMBAL-PB  
2018**

**GABRIELLA MOREIRA CAMPOS**

**Estudo de viabilidade econômica para um modelo de produção energética  
fotovoltaica na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador (a): Prof. D.Sc. Johnatan Rafael Santana de Brito

**POMBAL-PB**

**2018**

**GABRIELLA MOREIRA CAMPOS**

**Estudo de viabilidade econômica para um modelo de produção energética  
fotovoltaica na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador (a): Prof. D.Sc. Johnatan Rafael Santana de Brito

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. D.Sc. Johnatan Rafael Santana de Brito – CCTA/UFCG/*Campus* Pombal-PB

---

Prof.  
D.Sc. Vinícius Rodrigues Vieira Fernandes – CCTA/UFCG/*Campus* Pombal-PB.

---

M.Sc. Antônio Leomar Ferreira Soares – UFCG/*Campus* Campina Grande - PB  
Examinador (a) Externo (a)

*Aos meus mestres da vida, Mamãe (Goretti) e Papai (Paulo), os quais me ensinaram  
brilhantemente com seus esforços e dedicação diária a ser quem hoje sou.*

*Muito obrigada!*

## AGRADECIMENTOS

Ao longo dos 10 períodos da graduação em engenharia ambiental, alcancei resultados dos quais não seriam possíveis sem as pessoas que por mim passaram e, graças a Deus, ficaram. Logo, não poderia deixar de agradecê-los nesse momento de mais um resultado tão importante não só para mim, mas também para todos aqueles que, de alguma forma, torceram por minhas vitórias.

Aos amigos do CCTA, muito obrigada por serem minha família dentro da universidade ao longo desses anos, Viviane Dias, Olavio Rocha, Priscila Gomes, Rayanne Galdino, Priscila Matias, e em especial a Iuri Souza, por sempre se fazer presente como um verdadeiro irmão, sendo um grande parceiro de ideias, projetos e histórias de vida.

Agradeço aos amigos da turma 2014.2, Iris Rebeca, Luan de Andrade, José Ludemário, Tássio Jordan por tamanha contribuição com os estudos em grupo, aperreios diários e desabafos rotineiros.

Aos meus irmãos de vida, que, mesmo de longe, estão sempre presentes nos melhores momentos, Emanuella Domingos, Gabriella Isabel, Mariana Elias e a todos os outros que começaram, junto comigo, planos de um futuro promissor no Colégio Nossa Senhora Auxiliadora, muito obrigada por serem os melhores amigos.

Sou grata aos professores que contribuíram, de alguma forma, com essa trajetória acadêmica. Ao Prof. Johnatan Brito por suas orientações com este trabalho, e em especial ao Prof. Camilo Farias, que foi o grande responsável em me proporcionar a oportunidade de experimentar o mundo da pesquisa, ao qual quero me dedicar em um futuro próximo, agradeço por sua confiança.

Agradeço a equipe da Engenharia da empresa COTEMINAS S.A, onde fui muito bem recebida e acolhida para realizar o estágio acadêmico.

Aos meus avós, em especial a Dona Mundinha (*in memoriam*), por, mesmo sem saber, me ensinar, em seus últimos dias de vida, a ser uma pessoa mais grata à vida e ao que dela conquistamos.

A minha irmã, Ingrid, por muitas vezes ouvir minhas reclamações rotineiras e aguentar os estresses diários.

Por fim, o meu maior e mais verdadeiro agradecimento, à minha família, sobretudo a minha Mãe e ao meu Pai, a quem dedico este trabalho, por se fazerem presentes em todos os momentos sem medir esforços para que eu alcançasse esse

objetivo, espero ser capaz de um dia corresponder toda dedicação em mim depositada. Meu amor por vocês é inestimável!

Aos que não foram citados, porém não esquecidos, o meu muito obrigada a cada um de vocês. Saibam que foram essenciais para que eu pudesse chegar aonde cheguei.

*“LIÇÃO UM: DESCARTE O SONHO,  
SEJA UM REALIZADOR, NÃO UM SONHADOR.  
Talvez vocês saibam exatamente o que sonham ser.  
Ou talvez estejam paralisados,  
porque não têm ideia de qual é sua paixão.  
A verdade é que não importa. Não precisam saber.  
Só precisam continuar seguindo adiante.  
Só precisam continuar fazendo algo,  
aproveitar a próxima oportunidade,  
continuar abertos a tentar algo novo.  
Não precisam se encaixar em sua visão  
de emprego perfeito ou de vida perfeita.  
O perfeito é chato, e sonhos não são reais.  
Apenas... FAÇAM!”*

*Shonda Rhimes*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Progressão da capacidade solar fotovoltaica por país.....	39
Figura 2 - Irradiação no território brasileiro .....	40
Figura 3 - Localização dos cenários de estudo .....	51
Figura 4 - Planilha amostral do resultado da irradiação solar do <i>software</i> SunData v 3.0 .....	55
Figura 5 - Área de localização da UFV UFCG Pombal .....	61
Figura 6 - Estrutura da instalação dos módulos fotovoltaicos .....	62
Figura 7 - Base com eucalipto para suporte dos módulos fotovoltaicos.....	62
Figura 8 - Módulo fotovoltaico Canadian Solar CS6P 265P.....	101
Figura 9 - Consumo/Eficiência Energética- Componentes Fotovoltaicos.....	101
Figura 10 - Características técnicas do Módulo Canadian Solar.....	102

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das cidades de estudo .....	54
Tabela 2 - Planilha mensal de irradiação solar das cidades de estudo (kWh/m <sup>2</sup> .dia)	59
Tabela 3 - Média da irradiação apresentada na tabela 2 .....	60
Tabela 4 - Consumo consolidado em kWh dos <i>campi</i> da UFCG .....	65
Tabela 5 - Demanda contratada (kW) em cada campus da UFCG .....	66
Tabela 6 - Quantitativo dos módulos fotovoltaicos em cada campus .....	68
Tabela 7 – Síntese dos dados da UFV UFCG Pombal para o estudo da análise econômica .....	70
Tabela 8- Resumo do payback de investimento.....	70
Tabela 9 – Área ocupada pelos módulos fotovoltaicos da UFV por campus .....	72

## LISTA DE QUADRO E EQUAÇÕES

Quadro 1 - Referências utilizadas para o <i>payback</i> do investimento .....	57
Equação 1 –Taxa Interna de Retorno.....	57
Equação 2 – Valor Presente Líquido.....	57

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A3P	Agenda Ambiental na Administração Pública
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHK-RJ	Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEM	Balanco Energético Nacional
CCJS	Centro de Ciências Jurídicas e Sociais
CCTA	Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar
CEMIG	Companhia de Energia Elétrica de Minas Gerais
CRESESB	Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio S. Brito
DPCS	Departamento de Desenvolvimento, Produção e Consumo Sustentáveis
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
GD	Geração Distribuída
GW	Gigawatts
HP	Horário de ponta
HFP	Horário fora de ponta
IDEAL Latina	Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina
IES	Instituição de Ensino Superior
INEE	Instituto Nacional de Energia Elétrica
Kwh	Quilowatt hora
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatts
MWh	Megawatts hora
ODS	Objetivo do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PCH's	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PCS	Produção e Consumo Sustentáveis
PLS	Plano de Gestão de Logística Sustentável
PU	Prefeitura Universitária
REN21	<i>Renewable Energy Policy Network for the 21st Century</i>

RSA	Responsabilidade Socioambiental
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFV	Usina Fotovoltaica
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
VPL	Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>37</b>
<b>2.1. Energia Renovável</b> .....	<b>37</b>
<b>2.1.1. Energia Solar</b> .....	<b>38</b>
<b>2.2. Geração Distribuída</b> .....	<b>41</b>
<b>2.2.1 Vantagens e desvantagens da geração distribuída</b> .....	<b>43</b>
<b>2.3. Impacto Ambiental</b> .....	<b>43</b>
<b>2.3.1. Impactos sobre o meio físico</b> .....	<b>44</b>
<b>2.3.2. Impactos sobre o meio biótico</b> .....	<b>45</b>
<b>2.3.3. Impactos sobre o meio socioeconômico</b> .....	<b>46</b>
<b>2.4 Análises da viabilidade econômica do projeto</b> .....	<b>47</b>
<b>2.5. Responsabilidade socioambiental nos órgãos públicos</b> .....	<b>48</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>51</b>
<b>3.1. Cenário de estudo</b> .....	<b>51</b>
<b>3.2. Revisão bibliográfica</b> .....	<b>51</b>
<b>3.3. Dados de entrada do consumo energético</b> .....	<b>52</b>
<b>3.4. Avaliação potencial das condições climáticas</b> .....	<b>53</b>
<b>3.5. Levantamento dos impactos ambientais</b> .....	<b>56</b>
<b>3.6. Avaliação do estudo de viabilidade econômico-financeira</b> .....	<b>56</b>
<b>3.6.1. Cálculo do investimento necessário para implantação do projeto</b> ...	<b>56</b>
<b>3.6.2. Retorno do investimento (PAYBACK)</b> .....	<b>56</b>
<b>3.6.3. Indicadores de viabilidade econômica</b> .....	<b>57</b>
3.6.3.1. Taxa interna de retorno (TIR) .....	<b>57</b>
3.6.3.2. Valor presente líquido (VPL).....	<b>58</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>59</b>
<b>4.1. Avaliação potencial solar</b> .....	<b>59</b>
<b>4.2. Levantamento dos impactos ambientais</b> .....	<b>60</b>
<b>4.2.1. Impacto ambiental no meio físico</b> .....	<b>60</b>
<b>4.2.2. Impacto ambiental no meio biótico</b> .....	<b>61</b>
<b>4.2.3. Impacto ambiental no meio socioeconômico</b> .....	<b>63</b>
<b>4.3. Análise da viabilidade econômico-financeira</b> .....	<b>64</b>
<b>4.3.1 Dimensionamento e estimativa do custo de implantação</b> .....	<b>64</b>
<b>4.3.2 Retorno do investimento proposto</b> .....	<b>70</b>
<b>4.3.3. Modelo padrão mais eficiente</b> .....	<b>71</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>73</b>
<b>REFRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>75</b>

Campos, G. M.. **Estudo de viabilidade econômica para um modelo de produção energética fotovoltaica na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)**. (2018). 106 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. (2018).

## RESUMO

O consumo de energia é um importante indicador de desenvolvimento econômico, tendo em vista sua grande demanda nas atividades industriais, comerciais e demais setores de serviço, todavia eleva-se a preocupação com a disponibilidade futura dos recursos naturais. Em razão disso, alternativas de desenvolvimento sustentável estão sendo investidas fortemente, o que pode ser evidenciado nos setores públicos com a preocupação da responsabilidade socioambiental de seus negócios. Em meio a necessidade de adotar práticas sustentáveis e eficientes nas organizações públicas, o seguinte trabalho tem o objetivo de avaliar a eficiência, em termos energéticos, da Universidade Federal de Campina Grande e realizar um estudo de viabilidade econômica para a produção autônoma de energia solar fotovoltaica que atenda a demanda da instituição, uma vez que acredita-se na viabilidade, do ponto de vista econômico-financeiro, para o alto investimento na construção de usinas autônomas de energia renovável. A metodologia utilizada incluiu o VPL e a TIR como ferramentas de análise para a modelagem econômico-financeira e métodos simples de matemática para os demais objetivos. Alcançado os objetivos propostos, foi possível constatar que com um estudo mais elaborado para a instalação da usina de energia renovável haveria uma possibilidade de resultados mais eficientes para a produção de energia fotovoltaica, assim como o alto investimento para suprir toda a demanda energética da UFCG seria viável, atingindo um tempo de retorno (*payback*) em pouco mais de cinco anos, dessa forma assume-se que o estudo de viabilidade é, de fato, viável e bastante positivo, tanto no setor financeiro quanto no ambiental, para a instituição.

**Palavras-chave:** Energia renovável; Sustentabilidade; Viabilidade econômica.

Campos, G. M.. **Economic viability study for a model of photovoltaic energy production at the Federal University of Campina Grande (UFCG)**. (2018). 106 pgs. Work of Course Conclusion (Graduation in Environmental Engineering) - Federal University of *Campina Grande, Pombal-PB*. (2018).

### **ABSTRACT**

Energy consumption is an important indicator of economic development, due to its large demand in industrial, commercial and other service sectors, but there is a concern about the future availability of natural resources. Because of this, sustainable development alternatives are being heavily invested, which can be evidenced in the public sectors with the concern of the socio-environmental responsibility of their businesses. Amid the need to adopt sustainable and efficient practices in public organizations, the following work has the objective of evaluating the energy efficiency of the Federal University of Campina Grande and conducting an economic feasibility study for the autonomous production of photovoltaic solar energy that meets the demand of the institution, since it is believed in the feasibility, from the economic-financial point of view, for the high investment in the construction of autonomous plants of renewable energy. The methodology used included NPV and IRR as analysis tools for economic-financial modeling and simple math methods for the other objectives. Achieving the proposed objectives, it was possible to verify that with a more elaborated study for the installation of the renewable energy plant there would be a possibility of more efficient results for the production of photovoltaic energy, as well as the high investment to supply all the energy demand of the UFCG would be feasible, reaching a payback in just over five years, so it is assumed that the feasibility study is, in fact, viable and quite positive, both in the financial and environmental sectors, for the institution.

**Keywords:** *Energy renewables; Sustainability; Economic viability.*



## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e o nível de qualidade de vida social têm o consumo de energia como um importante indicador, visto que por meio dele é possível observar o nível de atividade econômica de uma região, sobretudo no setor industrial, nas atividades comerciais e nos demais segmentos do setor de serviços, tendo em vista que tais atividades exigem o uso de energia elétrica, fazendo surgir demandas alternativas de tecnologias avançadas que mitiguem o impacto desse insumo no custo total de produção (ANEEL, 2008).

Embora o consumo de energia possa representar melhores condições de vida e apontar para o desenvolvimento econômico, há a preocupação com o meio ambiente devido à possibilidade do esgotamento dos recursos utilizados para a sua produção e os impactos gerados ao meio.

Em seu plano de ação sustentável, Agenda 2030, a Organização das Nações Unidas destaca em um de seus objetivos a necessidade de se produzir e de se dar acesso às energias limpas, onde é ressaltado, no objetivo de número sete, que deve-se “assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos” (ONU, 2015).

Segundo a BP Statistical Review of World Energy (2017)<sup>1</sup>, houve um crescimento de 14,1% na produção de energia renovável no mundo, o maior aumento registrado nos últimos 10 anos, impulsionado principalmente pela produção de energia eólica, embora os investimentos mais significativos tenham sido empregados na produção de energia solar (18% do total de investimento em energias renováveis).

Em conformidade com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2026, estima-se que a população brasileira chegue a 220 milhões de habitantes em 2026, com uma taxa de crescimento de 0,6% ao ano. Com isso a demanda por energia também aumenta, chegando a uma taxa média de 1,9% anual entre 2016 e 2026 (EPE, 2015).

Para satisfazer esse crescimento, de forma segura, econômica e respeitando as normas ambientais, o Brasil apresenta grande potencial energético, com destaque para as fontes renováveis de energia (potenciais hidráulico, eólico, de biomassa e solar).

---

<sup>1</sup> Ano base: 2016.

No Brasil, a principal fonte de energia elétrica é oriunda das hidrelétricas com uma oferta de 68,1%, seguido pela biomassa com 8,2%, eólica 5,4%, gás natural 9,1%, carvão e derivados 4,2%, derivados de petróleo 2,4%, nuclear 2,6% e solar 0,01% (BEN, 2017).

Ainda segundo BEN (2017), o Brasil, no ano de 2016, alcançou 150.338 megawatts (MW) da capacidade total instalada de geração de energia elétrica, obtendo um aumento de 9.479 MW, onde as usinas eólicas e solares foram responsáveis por 26,3% do aumento do grid nacional.

Com um enorme potencial solar, o Brasil possui em seu território mais de 2.200 horas de insolação, apresentando um potencial energético de 15 trilhões de MWh, o que corresponde a 50 mil vezes o consumo nacional de eletricidade (RODRIGUES E MATAJS, 2004). Os estados do Nordeste, em escala global, apresentam os maiores valores de irradiação solar, alcançando a maior média e menor variabilidade anual, dentre todas as regiões geográficas (BRASIL, 2016). Mesmo com todo esse potencial, a energia solar no país ainda tem pouca participação na matriz energética (FIALHO WANDERLEY e CAMPOS, 2013).

Apesar de se observar vários benefícios proporcionados por esta energia limpa, a maior parte da sociedade é dependente da energia de hidrelétricas. O principal motivo para o não desenvolvimento dessa atividade de produção energética solar é o custo dos equipamentos, conforme evidenciado por RANGEL *et al* (2016), que demonstra ainda que o custo da produção de energia fotovoltaica é o mais alto das energias consideradas renováveis.

Entretanto, este tipo de energia surge como uma forma importante de dispersão de fontes energéticas alternativas no Brasil, uma vez que a energia fotovoltaica traz vantagens quanto à variação das tarifas, utilização do potencial solar, além da sustentabilidade proporcionada pela sua geração de energia (BOAS, 2017).

À vista disso, é possível evidenciar uma preocupação ambiental mediante a administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, as quais, por intermédio do Decreto nº 7.746/2012, buscam promover ações voltadas às políticas de incentivo à produção autônoma, uma vez que o mesmo “estabelece critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável [...]” (BRASIL, 2012a).

Com a necessidade de adotar mudanças na conduta e na forma como operam suas atividades, as organizações demonstraram preocupação com relação a

responsabilidade socioambiental de seus negócios, dado que o trabalho de forma sustentável e responsável reduz os riscos de prejuízos financeiros para com os *shareholders* (acionistas) e dos *stakeholders* (partes interessadas) (PORTELLA, 2015).

Pensando nisso, o Ministério do Meio Ambiente criou a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), que voltados para os conceitos anteriormente apresentados, busca como objetivo:

“[...] estimular a reflexão e a mudança de atitude dos servidores para que os mesmos incorporem os critérios para gestão socioambiental em suas atividades rotineiras [...]” (BRASIL, 2016).

Assim sendo, o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, através da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação, visando orientar empresas e instituições públicas a fazerem o uso de práticas sustentáveis, designa práticas para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável (PLS)<sup>2</sup>, tal como é determinado no artigo 11 do decreto acima citado, e exposto na Instrução Normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012, em seu capítulo II art. 8 (BRASIL, 2012b):

[...] As práticas de sustentabilidade e racionalização do uso de materiais e serviços deverão abranger [...]: I - material de consumo compreendendo, pelo menos, papel para impressão, copos descartáveis e cartuchos para impressão; II - energia elétrica; III - água e esgoto; IV - coleta seletiva; V - qualidade de vida no ambiente de trabalho; VI - compras e contratações sustentáveis, compreendendo, pelo menos, obras, equipamentos, serviços de vigilância, de limpeza, de telefonia, de processamento de dados, de apoio administrativo e de manutenção predial; e VII - deslocamento de pessoal, considerando todos os meios de transporte, com foco na redução de gastos e de emissões de substâncias poluentes.

Nesse contexto, acredita-se ser importante observar os aspectos relativos às ações de sustentabilidade das organizações públicas que se enquadram no que estabelece o Decreto da Presidência da República 7.746/2012, e, tendo em vista o interesse deste trabalho, com foco nas questões energéticas. Para tanto, tomou-se como objeto de análise as práticas energéticas relativas ao consumo e a potencial produção da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), órgão autárquico ligado ao executivo federal que por ser uma Instituição de Ensino Superior (IES), tem como prerrogativa ser vanguarda na produção científica e de tecnologias que possam solucionar problemas da sociedade.

---

<sup>2</sup>Art. 3º Os PLS são ferramentas de planejamento com objetivos e responsabilidades definidas, ações, metas, prazos de execução e mecanismos de monitoramento e avaliação, que permite ao órgão ou entidade estabelecer práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na Administração Pública (BRASIL, 2012).

A UFCG foi contemplada no ano de 2018 com a construção de um protótipo de usina de produção energética fotovoltaica no campus Pombal. Esse equipamento foi obtido por meio de uma parceria realizada entre a universidade e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), dentre outros agentes, de modo que recursos oriundos do fundo de investimentos da Companhia de Energia Elétrica de Minas Gerais (CEMIG) destinaram os recursos necessários para construção desta mini usina, cuja planta instalada é capaz de gerar 3,5% do consumo de energia do campus da UFCG em Pombal ao ano, o que corresponde a um valor de R\$ 18.000,00 (dezoito mil reais).

Observando as características da mesma, percebeu-se que existem alguns fatores favoráveis que podem gerar benefícios à UFCG. O primeiro é que existe um estudo preliminar e um mapeamento quanto a capacidade de produção de energia solar no sertão paraibano, região onde está inserido o campus da UFCG beneficiado pelo investimento. Além disso, verifica-se que na região existem vários empreendimentos privados que estão sendo instalados em função do potencial energético patente nesta.

Considerando o nível de investimento realizado para a instalação do referido equipamento na UFCG vis-à-vis o benefício gerado, além da necessidade e das prerrogativas que têm se institucionalizado em favor da implantação de práticas sustentáveis nas rotinas da administração pública, verifica-se a necessidade de se ponderar sobre a viabilidade do mesmo, caso os recursos fossem da própria universidade.

Diante dos fatos ora apresentados e da importância da implementação de práticas sustentáveis e eficientes, em termos energéticos, para os órgãos públicos, questiona-se: **Existe viabilidade de implantação de um modelo de produção energética fotovoltaica autônoma para suprir toda a demanda de energia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande?**

Em virtude da importância do tema levantado, **o objetivo geral desse trabalho é realizar um estudo de viabilidade econômica para a produção autônoma de energia fotovoltaica que atenda toda a demanda da Universidade Federal de Campina Grande, considerando o potencial energético de cada *Campi*, a fim de identificar qual o modelo mais eficiente.** Observando ainda os cenários de estudo que mais recebem incidência solar fazendo-se o uso de tecnologia fornecida pelo Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB).

Após a identificação do melhor Campi para receber o investimento do projeto, busca-se ainda levantar os principais impactos ambientais causados em razão da implantação do projeto, identificando os impactos mais significativos no meio abiótico, biótico e socioeconômico. Outro objetivo específico é dimensionar e estimar o custo de implantação e o retorno dos investimentos propostos, permitindo, por fim, equacionar o modelo padrão mais eficiente a ser implantado.

Assim sendo, a **hipótese** levantada neste trabalho, diante das informações relativas ao objeto de estudo apresentadas, parte de que, **em face da existência das deliberações normativas apresentadas anteriormente, as quais fundamentam a necessidade de práticas sustentáveis; e partindo da constatação do potencial energético para a produção a partir de uma matriz fotovoltaica, acredita-se ser um fator positivo, do ponto de vista econômico-financeiro, o investimento na construção de usinas autônomas com capacidade de atender toda a demanda da UFCG e que embora o custo desse investimento seja elevado, dentro de uma perspectiva temporal, julga-se que os retornos inerentes a esse investimento serão obtidos em um período aceitável.**



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Energia Renovável

A geração de energia proveniente dos recursos fósseis proporciona grandes danos ao meio ambiente, sendo o aquecimento global uma das grandes consequências da elevada emissão de gases que esses recursos oferecem (SHAYANI; OLIVEIRA; CAMARGO, 2006; MME, 2007).

Para Azevedo (2014), a busca de energia baseada em combustíveis fósseis é um caminho que prejudica o sistema climático, além de apresentar diariamente uma viabilidade econômica regressa, uma vez que seus custos de exploração são de alto valor.

Em virtude disso, surgem as fontes alternativas de energia limpa, às quais proporcionam menos emissão de poluentes na sua produção e uma melhor utilização dos recursos naturais (NASCIMENTO, 2010). Para Ignacy Sachs, principal economista do eco-desenvolvimento, as energias renováveis são as principais apostas para a revolução energética, minimizando as retiradas dos estoques dos recursos não-renováveis, buscando não pôr em perigo o equilíbrio planetário (BRESSER-PEREIRA, 2013).

Sachs (ANOX) afirma ainda que o desenvolvimento econômico deve buscar soluções combinando crescimento, proteção ao ambiente e diminuição das desigualdades ao redor do mundo, uma vez que os grandes desafios enfrentados pelo mundo são o desenvolvimento econômico, a igualdade razoável e a sustentabilidade ecológica.

O contexto ambiental e a busca por desenvolvimento sustentável são bastante relevantes para a questão energética, visto que o fornecimento eficiente e confiável de energia é fator importante para o desenvolvimento econômico (REIS, 2015).

Dessa forma, Picanço (2015) aponta um crescimento significativo das energias renováveis no horizonte 2050, ressaltando o aumento pela demanda de energia, a emissão de gases de efeito estufa e o custo de geração por desenvolvimento tecnológico como principal causa da expansão do crescimento das energias renováveis.

### **2.1.1. Energia Solar**

A energia solar tem uma grande vantagem por apresentar como sua principal fonte um recurso que pode ser aproveitado por inúmeros países, ao mesmo tempo e em abundância, haja vista que, todos os dias, o planeta recebe grande quantidade de radiação solar, além de ser uma ótima fonte alternativa de geração de energia, salientando que os impactos ambientais causados são diminutos.

Outra grande vantagem da energia solar é ausência de extração, refinamento e transporte do seu principal recurso para sua utilização, uma vez que para seu funcionamento emprega-se o uso de células solares responsáveis pela geração da energia e um inversor com função de transformar tensão e frequência para os valores nominais dos aparelhos, sendo um processo simples e sem emissão de poluentes no meio ambiente (SHAYANI et al, 2006).

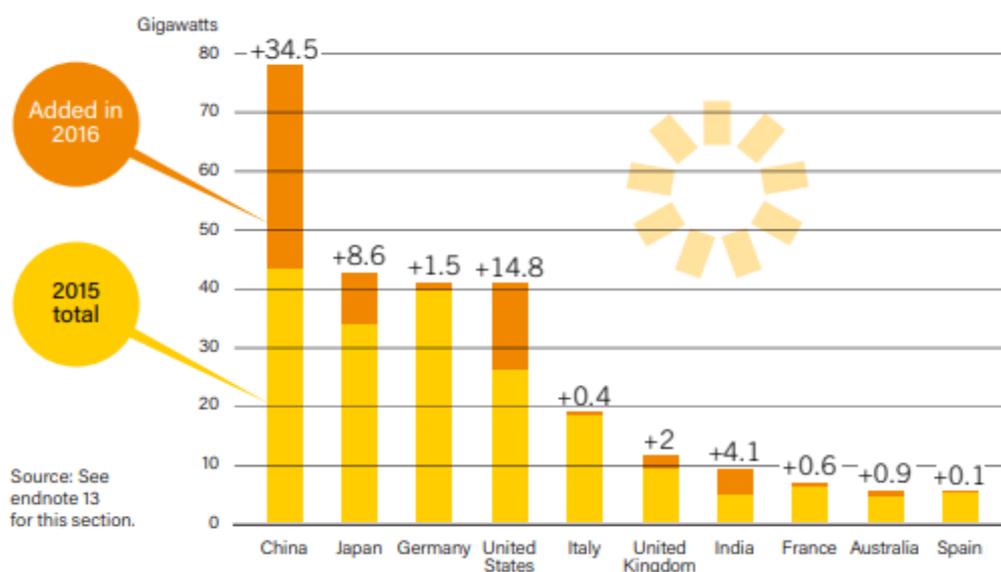
Obtém-se energia solar fotovoltaica através da conversão direta da luz solar em eletricidade, o qual denomina-se efeito fotovoltaico e é realizada por dispositivos específicos com essa finalidade (TORRES, 2012).

Esse tema guarda uma série de observações ao longo da história. Edmond Becquerel, em 1839, verificou uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor quando exposto a luz, averiguando pela primeira vez a conversão de energia solar em energia elétrica. Por meio de resultados de estudos das estruturas no estado sólido, foi montado, em 1876, o aparato fotovoltaico primário, onde no ano de 1956 foi dado início a produção industrial trilhando para o crescimento da área eletrônica (PINHO e GALDINO, 2014).

O mercado de módulos fotovoltaicos é liderado pela Alemanha, seguido da Itália, de modo que aproximadamente 74% da produção mundial encontra-se instalada no continente europeu. Enquanto isso na Ásia, a China vem usufruindo do incentivo político para uso de tecnologias e tem se voltado fortemente para a produção e exportação de células e módulos fotovoltaicos (PINHO e GALDINO, 2014).

Com destaque na China, Estados Unidos, Japão, Índia e Reino Unido, figura 1, a energia solar fotovoltaica foi responsável por uma adição de pelo menos 75 gigawatts (GW) de sua capacidade em todo o mundo no ano de 2016, o equivalente à instalação de mais de 31.000 painéis solares a cada hora (REN21, 2017).

**Figura 1 - Progressão da capacidade solar fotovoltaica por país**

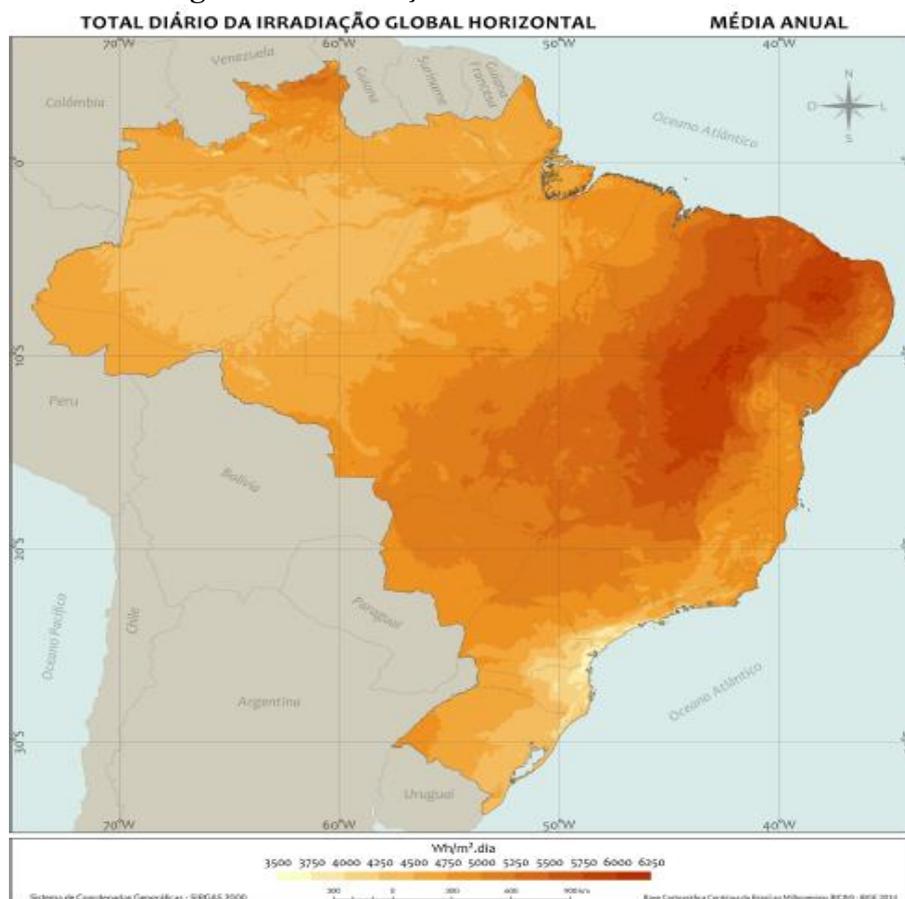


Fonte: REN21, 2017.

Mesmo com pouca capacidade, outros países também começaram a investir em energia solar fotovoltaica. Países com poucos recursos de combustíveis fósseis, começaram a investir nesse tipo de energia para diversificar suas matrizes energéticas, preservando seus recursos fósseis para exportação, esse é o caso de Israel, Jordânia, Kuwait e Irã (REN21, 2017)

O Brasil apresenta uma favorável capacidade de produção de energia solar, uma vez que é um dos poucos países no mundo que recebe uma insolação superior a 3.000 horas por ano. Na região Nordeste observa-se uma incidência diária entre 4,5 a 6 kWh, com uma capacidade de produção na ordem de 132 GW (unidade de potência), mas cuja produção por meio de sistemas fotovoltaicos corresponde a ínfimos 0,0008% do total dessa capacidade (RELLA, 2017).

**Figura 2 - Irradiação no território brasileiro**



Fonte: BEN, 2017.

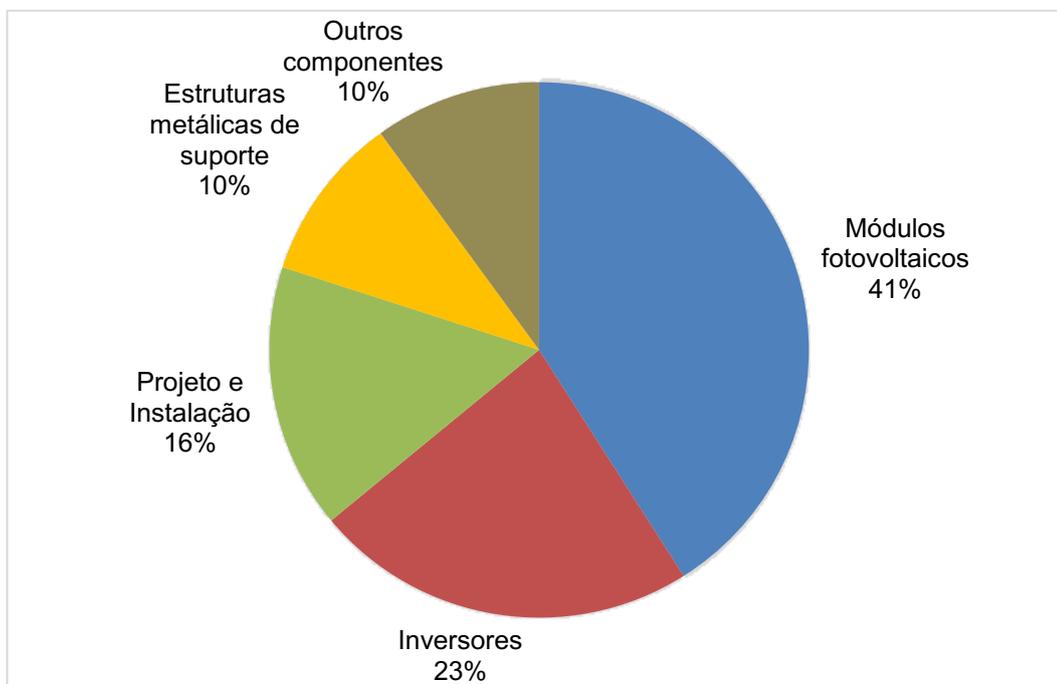
Segundo Renewables Global Status Report 2017 (REN21, 2017), o Brasil junto com China, Alemanha, Estados Unidos e Canadá se destacaram como principais países com capacidade instalada de energia renovável até o final do ano de 2016. No Brasil, especificamente, esse fato pode ser justificado pelo estabelecimento da Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, a qual o consumidor brasileiro pode, a partir de fontes renováveis, gerar sua própria energia elétrica (ANEEL, 2018).

Um dos grandes empecilhos para a indústria e difusão dos sistemas fotovoltaicos em grande escala ainda é o custo elevado das células fotovoltaicas. Contudo, essa tecnologia apresenta-se cada vez mais competitiva, por dois motivos principais: a queda dos custos devido a inovação tecnológica e o crescimento dos custos das demais formas de produção de energia, enfatizando a questão dos impactos ambientais, anteriormente ignorados (PINHO e GALDINO, 2014).

Ao realizar uma pesquisa em empresas da área de energia fotovoltaica, o Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (IDEAL) e a Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha (AHK-RJ) elencaram a

composição dos custos totais da instalação de um sistema fotovoltaico (IDEAL e AHK-RJ, 2015), o qual pode ser observado na figura 2.

**Gráfico 1 - Composição do custo total de um sistema**



Fonte: Adaptado de IDEAL e AHK-RJ, 2015.

Todavia, mesmo com o investimento relativamente elevado do sistema fotovoltaico, os custos de geração que serão poupados são capazes de compensar o investimento realizado, uma vez que os equipamentos elétricos utilizados no sistema da usina, apresentarão mais eficiência (PINHO e GALDINO, 2014).

## 2.2. Geração Distribuída

Um dos conceitos indispensáveis ao falar em energia renovável é o de geração distribuída - GD, uma vez que sua definição se torna importante diante do aumento significativo de novas técnicas de geração de energia.

Muitos são as definições utilizadas para geração distribuída. Alguns autores definem como a produção de energia elétrica através de geradores diretamente ligados à rede de distribuição ou aos consumidores, onde a potência dessa produção é relativamente baixa, sem a necessidade de a carga ser expedida de forma centralizada (DIAS, 2005; SANTOS, 2008; ACKERMANN et al., 2001 *apud* TORRES, 2012).

Do ponto de vista legal-institucional, geração distribuída é definida no artigo 14 do Decreto Nº 5.163 de 30 de julho de 2004, como sendo (BRASIL, 2004):

“[...] a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, [...], conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento:

I –hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW; e

II – termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento, [...].

Parágrafo único. Os empreendimentos termelétricos que utilizem biomassa ou resíduos de processo como combustível não estarão limitados ao percentual de eficiência energética prevista no inciso II do **caput**. ”

De acordo com o Instituto Nacional de Energia Elétrica (INEE), a geração distribuída inclui co-geradores; geradores que usam como fonte de energia resíduos combustíveis de processo; geradores de emergência; geradores para operação no horário de ponta; painéis fotovoltaicos; e pequena centrais hidrelétricas (PCH's) (INEE, 2002).

Benefícios como o baixo impacto ambiental, redução no carregamento das redes, minimização das perdas e diversificação da matriz energética justificam os grandes investimentos sofrido pela geração distribuída (ANEEL, 2015). Dessa forma, a geração distribuída apresenta vantagem quanto a geração centralizada, pois dispensa altos investimentos em linhas de transmissão e distribuição e ainda permite o acesso de energia elétrica em localidades mais afastadas (TORRES, 2012)

O tamanho do sistema de GD classifica-se por meio da potência instalada, podendo ser classificada como micro e minigeração distribuída, assim como é exposto no art. 2º da Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015 (BRASIL, 2015):

“I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; ”

### **2.2.1 Vantagens e desvantagens da geração distribuída**

Diante do conceito de geração distribuída, entende-se que sua aplicação proporciona ao consumidor final acesso a uma energia mais limpa e mais econômica financeiramente, entretanto há suas vantagens e desvantagens quanto ao seu uso.

Uma das vantagens do investimento em GD é o aumento da qualidade da energia e seu fornecimento sem interrupções em áreas congestionadas, no final de linha de trechos longos, e em locais onde uma alta qualidade de energia é exigida (DIAS et al., 2006). Dessa forma, a GD se mostra, diante do crescimento do consumo de energia elétrica, adequada devido à proximidade do sistema com o consumidor final, diminuindo perdas em sua transmissão, além de passar a atender a demanda cobrada (POUDINEH; JAMASB, 2014).

Outra importante vantagem da inserção da GD é uma maior independência do consumidor quanto as distribuidoras de energia em relação às tarifas e a disponibilidade, o que acaba contribuindo com a redução da sobrecarga, conseqüentemente, com a diminuição do índice de falhas (DE SOUZA SILVA, 2018).

Todavia, a GD também apresenta algumas desvantagens como sua complexidade com relação ao planejamento e operação do próprio sistema de eletricidade, com o seu investimento acabará existindo uma tendência no aumento das tarifas das distribuidoras, uma vez que a demanda poderá vir a diminuir (SANTOS e SANTOS, 2008).

Segundo Naruto (2017), a GD ainda gera prejuízos financeiros à distribuidora de energia, tal como o aumento do custo de operação do sistema elétrico; redução do faturamento das usinas geradoras de energia e, conseqüentemente, das transmissoras e distribuidoras. Em razão disso, pode acarretar ainda um aumento da tensão de forma imprópria, devido ao maior número de geradores inseridos na rede do sistema.

### **2.3. Impacto Ambiental**

Os impactos ambientais ocorridos devido a instalação de usinas de energia solar, sejam eles positivos ou negativos, mudam dependendo de sua localização, das

características físicas e climáticas da área a ser implantada e dos ecossistemas ali presente. Todavia, ao comparar os impactos positivos e negativos desses empreendimentos, os negativos apresentam uma significativa redução quando levados em conta as vantagens da implantação do sistema fotovoltaico (TURNERY e FTHENAKIS, 2011; BARBOSA et al., 2015).

Segundo a Resolução CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986, impacto ambiental é qualquer alteração, realizada pelo homem, no meio físico, químico e/ou biológico que modifique uma condição ambiental natural ou atual, direta ou indiretamente, afetando a saúde e o bem-estar da população, além da qualidade dos recursos ambientais e outras atividades (BRASIL, 1986).

Outra definição utilizada na literatura é dada pela norma NBR ISO 14.001: 2004, a qual trata impacto ambiental como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos elementos das atividades ou produtos ou serviços de uma organização” (ABNT, 2004).

A identificação desses impactos é realizada pela Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), que tem por finalidade considerar os impactos identificados, prevenir danos, viabilizar e selecionar melhores alternativas de projetos, planos e/ou programas ambientais (SÁNCHEZ, 2008).

### **2.3.1. Impactos sobre o meio físico**

Muitos são os impactos físicos locais decorrentes da instalação de uma usina de energia solar fotovoltaica. A necessidade de contratar uma equipe multidisciplinar acaba gerando inúmeros impactos, desde a geração e disposição de resíduos à geração de gases/poeira na localidade a ser implantado o projeto.

Um potencial impacto sobre o meio físico decorrente da implantação de usina de energia solar fotovoltaica é a ocupação de grandes porções de terras para sua instalação, uma vez que é necessária uma área extensa e relativamente plana, o que acaba provocando, muitas vezes, a remoção de componentes da vegetação local (FEAM, 2016).

A alteração e/ou degradação da paisagem é um impacto que pode variar conforme a extensão do projeto a ser elaborado e as condições do local a ser construído. Em alguns casos de impactos ambientais mais abundantes, é necessária medida de controle, monitoramento e mitigação (BARBOSA et al., 2015).

Em relação à geração de resíduos sólidos, BARBOSA et al. (2015), destaca como principal responsável as atividades humanas no local, onde, provavelmente, há a presença de produtos químicos para manutenção pessoal e dos maquinários, proporcionando um risco potencial de contaminação do solo por manejo inadequado desses materiais.

Para Turney e Fthenakis (2011), a construção de estradas e ferrovias para dar acesso às usinas é um impacto benéfico, reduzindo riscos de acidentes com animais em estradas mal estruturadas, porém apresenta uma prioridade baixa na discussão do projeto.

Ainda segundo Barbosa et al. (2015), a geração de poeiras/gases e alteração da qualidade do ar, devido ao fluxo de veículos e utilização de equipamentos na área do canteiro de obras, retirada da vegetação para ocupação do solo acirrando processos de erosão, assim como a intensificação de assoreamentos devido transporte de sedimentos arenosos, são importantes impactos físicos a serem estudados antes da implantação de uma usina de energia fotovoltaica.

### **2.3.2. Impactos sobre o meio biótico**

A construção de uma usina solar fotovoltaica provoca impactos significativos aos ecossistemas presentes no local, prejudicando o desenvolvimento de ciclos da fauna e flora, permitindo que seu tempo de ocorrência seja imediato e/ou de longo prazo, com duração permanente ou cíclica. Dessa forma, serão expostos alguns impactos característicos sobre o meio biótico a seguir.

Muitos autores destacam a importância da cobertura vegetal para proteção do solo, conservação das condições climáticas locais e preservação dos recursos hídricos, evidenciando as atividades humanas como principal causa para sua degradação, provocando supressão dos ecossistemas naturais, (TUCCI e CLARKE (1997); MENEZES (2008) *apud* COELHO et al. (2015); SÁ et al. (2015)).

É notório, com as alterações feitas na cobertura vegetal, o impacto gerado no ciclo hidrológico de forma direta ou indireta, visto que a capacidade de infiltração para suprir as plantas e acumulação natural da água em aquíferos são reduzidas (FEAM, 2016). Com isso, Turney e Fthenakis (2011), afirmam que a implantação de uma usina solar pode causar impactos significativos, com a remoção da vegetação, na área a ser instalada.

Outro grande impacto sobre o meio biótico é a alteração da dinâmica dos ecossistemas locais, uma vez que com a implantação de uma usina energética, haverá necessidade de construção de vias de acesso resultando em maior intervenção antrópica, o que poderá causar a fragmentação de habitats, devido a operação de maquinários e veículos. Assim como, a intensificação das obras, poderá causar alterações no microclima local, prejudicando ainda animais que ali habitam (BARBOSA et al., 2015; FEAM, 2016).

Dessa forma, a permanência humana nas localidades das usinas causa também um desequilíbrio dos níveis tróficos de cadeias alimentares da região a ser instalada a usina, ocasionado principalmente pelo desmatamento, da fuga da fauna do local e o confronto com intervenções antrópicas (FEAM, 2016).

Há também riscos de acidentes com animais ou causados por animais, como por exemplo, a morte de aves, especificamente, em torre solar, a qual esses animais são submetidos a queimaduras ou chamuscamento de suas penas (HO, 2016). Sem contar os acidentes provocados nas vias de acesso às usinas ou mesmo nas áreas dos canteiros de obras, onde os animais acabam usando como tocas e/ou esconderijos (BARBOSA et al., 2015).

### **2.3.3. Impactos sobre o meio socioeconômico**

Observa-se, com o investimento de uma usina, inúmeros impactos positivos e negativos sobre o meio socioeconômico, podendo abranger sua área de influência direta e indireta desde a etapa de implantação até sua operação comercial. A seguir estão alguns dos impactos mais significativos do meio socioeconômico.

A instalação de uma usina de energia acaba gerando expectativa e, conseqüentemente, uma tensão emocional na população da região afetada, haja vista que surge a possibilidade de contratação de mão de obra regional, aumentando assim a oferta de emprego, por isso acaba causando uma tensão emocional nos trabalhadores e suas famílias (FEAM, 2016).

Do ponto de vista positivo, é possível notar um crescimento da economia local, além do aumento da arrecadação tributária, uma vez que com o aumento de pessoas empregadas haverá maior circulação de moeda no comércio, gerando certo dinamismo no mercado local (BARBOSA et al., 2015; FEAM, 2016).

Em se tratando de comércio, o setor de serviços local e regional também recebe impacto em seu desenvolvimento, pressupondo a necessidade de locação ou contratação de equipamentos e maquinários para execução ao longo da obra, além de serviços de limpeza e manutenção de utensílios (FEAM, 2016).

O aumento do fluxo de veículos na localidade do empreendimento é outro impacto fácil de perceber, pois é intensificado pela circulação de automóveis que transportam trabalhadores e caminhões de carga, os quais transportam máquinas, equipamento e rejeitos (REIS et al., 2014 *apud* FEAM, 2016).

Enquanto do ponto de vista negativo, é perceptível o aumento demasiado do preço dos produtos comercializados, acarretando um surgimento de inflação na economia local, visto que com a instalação de um grande empreendimento produtivo de grande magnitude em municípios de pequeno porte, há uma tendência natural à elevação do nível dos custos e tarifas dos produtos. Isso acaba acontecendo em consequência de uma indução subjetiva à ideia de que como o nível de renda da população residente aumentou, conseqüentemente, seu poder de compra também.

## **2.4 Análises da viabilidade econômica do projeto**

A análise de viabilidade econômica de projetos apresenta uma série de instrumentos e parâmetros que auxiliam na identificação da qualidade da escala e escopo de uma determinada ação com viés produtivo. Observar esses parâmetros, apesar de não garantir o êxito do projeto em função da vigência de um permanente e proeminente cenário de incerteza, dá condições de se planejar ações que proporcione um maior grau de controle de maneira a antecipar cenários futuros e se construir rotinas capazes de produzir respostas aos potenciais problemas (SAMANEZ, 2009).

No contexto deste trabalho, verifica-se que a análise de viabilidade econômica é parte fundamental para se conhecer a capacidade e o potencial de implementação de uma matriz energética a partir de um modelo fotovoltaico para UFCG, tendo em vista o elevado custo anual com energia elétrica, mas também observando os potenciais produtivos em virtude a localização de alguns dos *campi* da Universidade, e tudo isso considerando o custo de implementação de tal projeto.

Primeiramente, foi observado o Valor Presente Líquido (VPL), um parâmetro cujo objetivo é mensurar o impacto de ações realizadas no futuro que estão associadas ao investimento na implantação desse modelo de produção e consumo de

energia. É importante destacar que a ideia não é gerar lucro, mas reduzir os custos e gerar benefícios ambientais. Assim, a medição do fluxo de caixa terá como característica a relação entre os desembolsos realizados a partir da implementação desse modelo (BUARQUE, 1984).

O segundo instrumento de análise foi a Taxa Interna de Retorno (TIR), que busca identificar a taxa de rendimento intrínseca ao projeto. Mais uma vez, ressalta-se que não será observado o rendimento de forma estrita, mas a economia de recurso que o investimento proporcionará (SAMANEZ, 2009).

Por último, será observado o prazo de retorno do investimento, ou seja, o tempo necessário para que todo o valor investido seja revertido novamente à UFCG por meio da economia gerada. Esse cálculo será realizado por meio do payback (SAMANEZ, 2009).

O modelo de cálculo e a forma de aplicação desses instrumentos estão devidamente apresentados na metodologia deste trabalho.

## **2.5. Responsabilidade socioambiental nos órgãos públicos**

Com a maior necessidade de conservação do meio ambiente, o conceito de responsabilidade socioambiental (RSA) ganhou mais destaque no âmbito de órgãos públicos e privados. Em razão disso, novos mecanismos surgiram com o objetivo de construir um novo paradigma de gestão ambiental, admitindo um olhar mais crítico para a questão do desenvolvimento.

Dessa forma, é importante destacar que a RSA caracteriza-se como uma tecnologia atualizada, com destaque para atuação na administração pública, que admite questões sociais e ambientais envolvendo todo o público que interage com a instituição, tal como: “trabalhadores, consumidores, governo, empresas, investidores e acionistas, organizações da sociedade civil, mercado e competição comunidade e meio ambiente” (MMA, 2016).

Por essa razão, é importante dar destaque ao Departamento de Desenvolvimento, Produção e Consumo Sustentáveis (DPCS) o qual tem a habilidade de incrementar no Estado práticas de produção e consumo sustentáveis (PCS) visando promover um desenvolvimento socialmente mais íntegro, ambientalmente mais consciente e economicamente mais equilibrado (MMA, 2017).

Em vista disso, o DPCS atua em conjunto com os objetivos da Agenda 2030, com o propósito de alcançar as metas estabelecidas no ano 2015, acima de tudo com o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12, cuja busca assegurar os padrões de produção e consumo sustentáveis, além de estabelecer metas que promovam a “eficiência do uso de recursos energéticos e naturais, da infraestrutura sustentável, do acesso a serviços básicos” (AGENDA2030, 2017; MMA, 2017).

Visto isso, o governo, ao expandir a comunicação entre os setores sociais e a conscientização da sociedade em geral, assume uma função meritória ao arquitetar sobre a importância da promoção e adesão de uma política de responsabilidade socioambiental. Dado que a administração pública, na propriedade de consumidora de recursos naturais e bens e serviços nas suas atividades meio e finalísticas, assume papel importante por apresentar a capacidade de regulamentar e induzir a adoção de novos padrões e práticas sustentáveis (MMA, 2016).

Por consequência, é importante destacar o empenho das universidades públicas que estão ganhando qualidade ao adotar atitudes que podem resultar em grandes transformações socioambientais. Um exemplo para tal fato, é a implementação do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) que está em construção na Universidade Federal de Campina Grande, o qual tende a estabelecer uma cultura organizacional da instituição, elencando suas ações na eficiência e sustentabilidade.

Uma das metodologias utilizadas nas instituições públicas é o Programa Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), programa esse que orienta, através de suas diretrizes, os gestores a seguirem uma linha de pensamento que irá auxiliar no trabalho com a gestão da responsabilidade socioambiental.

A A3P tem como política inserir critérios socioambientais nas práticas regulamentares, que parte da mudança nos investimentos, compras e admissão de serviços pelo governo até uma gestão apropriada dos resíduos gerados e dos recursos naturais empregados, para mais viabilizar a melhoria na qualidade de vida no ambiente de trabalho (MMA, 2016).

Por meio dessa política, os ganhos esperados para as universidades com esse modelo de gestão socioambiental oferecido pela A3P são enormes, uma vez

que tanto os interesses das instituições, quanto do programa adotado estarão interligados, assim sendo eis alguns dos ganhos mais significativos (MMA, 2017):

- implantação de um fluxo organizado dos resíduos, incluindo a coleta seletiva, reutilização e reciclagem, destinação correta;
- eficiência energética dos aparelhos eletroeletrônicos, o que significa redução no consumo de energia elétrica;
- conforto térmico nas dependências da universidade para um melhor desempenho de todos os envolvidos;
- uso de equipamentos hidráulicos que reduzem o consumo da água;
- obras de arquitetura e engenharia que utilizem produtos com padrões de sustentabilidade, onde se aproveita elementos como luminosidade, ventilação natural e sombreamento, entre outras alternativas.
- instalação de equipamentos de apoio como área de lazer e bicicletário, que trazem mais conforto aos servidores e alunos;

Então, mesmo que o Programa A3P demande investimentos em recursos humanos e financeiros, a sua implantação viabiliza uma melhoria das atividades universitárias, unindo o aspecto social, econômico e ambiental. Para tanto, os resultados desse investimento, tal como, a redução de desperdícios e gastos desnecessários e o ganho em economia e qualidade, devem ser satisfatórios (MMA, 2017).

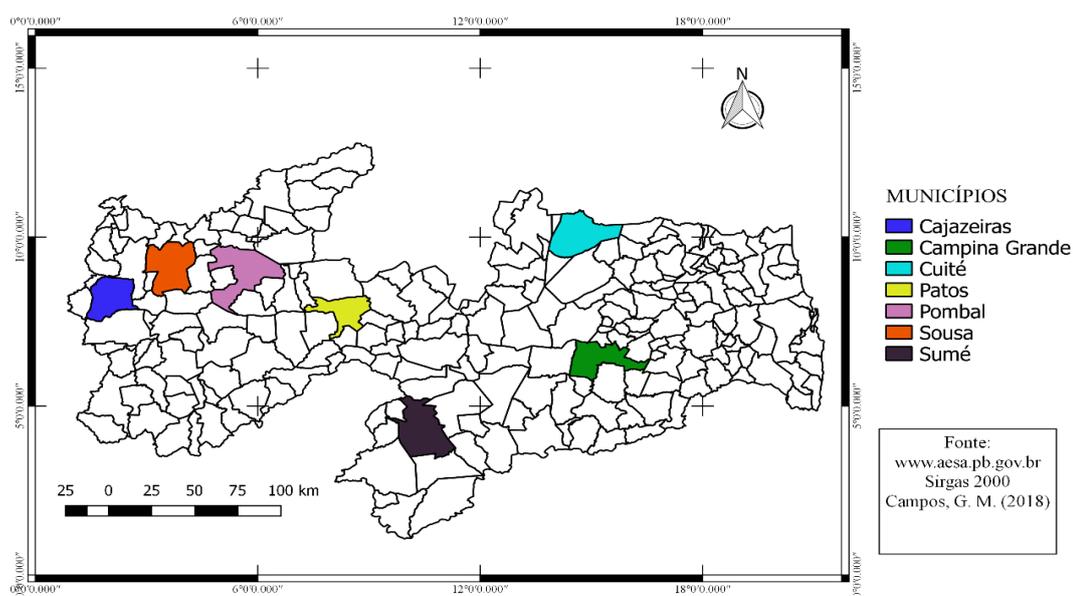
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Cenário de estudo

A Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizada no estado da Paraíba, contém atualmente um total de 68 cursos distribuídos entre os sete *campi* localizados nas cidades de Cajazeiras, Sousa, Pombal, Patos, Sumé, Cuité e sua sede em Campina Grande.

Para uma melhor interpretação dos cenários de estudo, elaborou-se o mapa através do georrefenciamento e com auxílio do *software* QGIS versão 2.14.22, obtendo maior visualização das informações.

**Figura 3 - Localização dos cenários de estudo**



Atualmente com mais de 3.000 alunos, a UFCG demanda, aproximadamente, um total de 3700 kW apresentando um consumo média em kWh/ano de, aproximadamente, 751415,1667 avaliado nos últimos anos (2015, 2016 e 2017). Com isso vem custando para a instituição um faturamento médio em R\$ de R\$ 438.914,63 por mês.

#### 3.2. Revisão bibliográfica

Para a pesquisa em questão, foi realizada uma revisão de literatura, no período de agosto a novembro do ano de 2018, empregando a base de dados Portal de Periódicos CAPES/MEC (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>), Scielo (<http://www.scielo.org>) e Google acadêmico (<https://scholar.google.com.br/>). Ao longo da pesquisa literária foram utilizadas palavras chave como “energia renovável”, “energia solar”, “fotovoltaica”, “geração distribuída”, “impactos ambiental”, “responsabilidade socioambiental”, “viabilidade econômica”, “viabilidade financeira”, “potencial solar”, além de alguns de seus correspondentes em inglês, tal como: “energy renewable”, “solar energy”, “photovoltaic” e “distributed generation”.

A seleção dos artigos foi feita mediante a leitura dos títulos e seus resumos, respectivamente, para todos os resultados que surgiram, todavia buscou-se priorizar trabalhos realizados nos últimos seis anos. Para facilitar a inclusão das referências escolhidas para integrarem a revisão do trabalho, foram selecionados trabalhos em que, as palavras chave citadas anteriormente estivessem presentes, no título ou em seus resumos.

Outro aspecto que deve ser considerado é o uso de relatórios oferecidos pelo Ministério de Minas e Energia em seu sítio na web (<http://www.mme.gov.br/>), os quais devem ser enfatizados os Planos de Nacionais de Energia (PNE) para os anos de 2030 e 2050.

Após a seleção dos artigos, e uma breve leitura dos mesmos, os mesmos foram direcionados para o software Mendeley Desktop<sup>3</sup> para serem melhor organizados, facilitando a sistematização das informações importantes como autor (es), ano de publicação, localidade da pesquisa e os meios utilizados para suas publicações. Trabalhos que não relataram conteúdo com o propósito da pesquisa, foram excluídos para melhor realizar a seleção final da revisão literária.

Para a pesquisa, considerou-se periódicos científico e técnicos específicos, nacionais e internacionais, priorizando os mais atuais, todavia também optou por incluir artigos menos recentes que apresentaram relevância para a pesquisa. Assim sendo, para o seguinte estudo, procurou diversificar as pesquisas dos artigos (originais, relatórios, notas, revisão bibliográficas, etc.).

### **3.3. Dados de entrada do consumo energético**

---

<sup>3</sup> Gerenciador de referências.

Os dados de consumo de energia utilizados no presente trabalho foram fornecidos pela prefeitura universitária - PU da UFCG e correspondem aos anos de 2015, 2016 e 2017. Estes foram tabulados, por ordem mensal e divididos em primeiro e segundo semestre de cada ano.

A escolha dos anos se deu pelo fato de que, ao trabalhar com uma mínima série histórica dos valores de consumo da instituição, as discussões dos resultados alcançados ficariam mais precisos e dinâmicos.

Com base nas informações obtidas através dos dados, realizou-se uma contabilização do consumo consolidado em Kwh de cada campus durante o período dos anos citados anteriormente, assim como o consumo consolidado em valores monetários (Reais – R\$) das faturas mensais.

Analisando os dados orçamentários<sup>4</sup> da UFCG, considerando a fonte de recursos 20RK, principal fonte de custeio, rubrica de onde é alocado os recursos para pagamento das faturas de energia elétrica, e observando os valores efetivamente pagos, verifica-se as seguintes informações: em 2015 o valor de custeio foi R\$ 42.111.211,68, em 2016 R\$ 53.896.647,33 e em 2017 R\$ 47.322.408,00.

Assim sendo, com as informações acima adquiridas e realizando uma breve consulta aos dados de consumo de energia elétrica da UFCG, demonstra que o gasto anual realizado em 2017 foi de, aproximadamente, R\$ 5.657.840,35, o que corresponde a 11,96% do total de orçamento de custeio da referida Universidade.

É importante destacar que os valores utilizados das faturas foram referentes apenas às áreas dos *campi* onde estão localizados os principais blocos de aulas, assim sendo, nesse seguimento não foram considerados os valores do consumo de outras dependências físicas da UFCG fora dos *campi* da UFCG.

### **3.4. Avaliação potencial das condições climáticas**

A fim de realizar a avaliação potencial solar das cidades onde encontram-se instaladas os *campi* da UFCG, fez-se o uso do programa SunData v 3.0<sup>5</sup> fornecido pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB)

---

<sup>4</sup> Valores médios e aproximados.

<sup>5</sup>CCST/LABREN/INPE, 2017. Atlas Brasileiro de Energia Solar - 2ª Edição. São Paulo - SP.

em parceria com Ministério de Minas e Energia (MME), o qual foi desenvolvido com base na 2ª Edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar<sup>6</sup>, cujo objetivo é servir de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos (CRESESB, 2018).

O software funciona como uma ferramenta de suporte no que se diz respeito ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, o qual foi produzido com base em uma série histórica contendo um total de 17 anos de imagens de satélite, desde o ano de 1999 até 2015, e com um banco de informações de mais de 72.000 pontos em todo o território nacional, nesse sentido o mesmo destina-se ao cálculo da irradiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território brasileiro (CRESESB, 2018).

Para obter melhor precisão na busca da área de estudo, o programa SunData v 3.0 utiliza um sistema com base nas coordenadas geográficas (latitude e longitude) do ponto de interesse, com formato em graus decimais (00.00°) ou graus, minutos e segundos (00°00'00"). Cabe ressaltar, também, que uma vez não encontrada a coordenada desejada, o programa disponibiliza localidades próximas das quais o pesquisador esteja interessado, mostrando características semelhantes à da localidade de interesse.

Dessa forma, as coordenadas das cidades de estudo do presente trabalho foram obtidas pelo *United States Geological Survey* (USGS), do inglês Serviço Geológico dos Estados Unidos, as quais encontram-se apresentadas na tabela 1.

**Tabela 1 - Coordenadas geográficas das cidades de estudo**

Cidade	Coordenadas Geográficas	
	Latitude	Longitude
Campina Grande	7,201° S	35,849° O
Cuité	6,501° S	36,149° O
Sumé	7,701° S	36,849° O
Patos	7,001° S	37,249° O
Pombal	6,801° S	37,749° O
Sousa	6,801° S	38,249° O
Cajazeiras	6,901° S	38,549° O

Fonte: USGS. Elaboração própria, 2018.

À vista disso, o programa fornece dados de irradiação solar para no mínimo três locais próximos ao de interesse principal, onde os valores apresentados dos

<sup>6</sup> Ano base 2017

dados fornecidos são em kWh/m<sup>2</sup>.dia no plano horizontal, correspondendo às diárias médias mensais para todos os meses do ano.

Por essa razão, é realizado o cálculo da irradiação no plano inclinado, onde os valores de irradiação solar obtidos são convertidos do plano horizontal para planos inclinados com três diferentes ângulos:

- o ângulo igual à latitude;
- o ângulo que fornece o maior valor médio diário anual de irradiação solar;
- o ângulo que fornece o maior valor mínimo diário anual de irradiação solar.

Geralmente, o valor do ângulo da latitude é usado como o ângulo de inclinação do módulo fotovoltaico. Enquanto o de maior valor diário anual está conciliado quando o interesse principal do investidor é maior geração anual de energia, assim como apresenta a Resolução Normativa da Aneel nº 482/12 para casos de aplicações de sistemas fotovoltaicos conectados a rede de distribuição dentro do Sistema de Compensação de Energia. Por fim, o de maior valor mínimo mensal se apresenta como uma forma conservadora, usado em casos de fornecimento crítico de energia elétrica e minimização do risco de sua falta (CRESESB, 2018).

Para melhor compreensão do programa, a figura 4 exibe o formato da apresentação dos dados:

**Figura 4 - Planilha amostral do resultado da irradiação solar do *software* SunData v 3.0**

Município:XXXXXX															
Estado:XX															
Latitude: XX,XX° N S															
Longitude:XX,XX° O															
Distância do ponto de ref. (XX,XX° N S; XX,XX° O) : XX,X Km															
		Irradiação diária média [kwh/m2.dia]													
Ângulo	Inclinação [°]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
Ângulo igual a latitude	XX	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx
Maior média anual	XX	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx
Maior mínimo mensal	XX	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx

Fonte: CRESESB, 2018.

Dessa forma, a tabela resultante mostra todas as informações que serão necessárias para um estudo de dimensionamento de usinas solares fotovoltaicas, com valores de irradiação diária média a partir do mês de janeiro, seguindo para todos os

outros meses do ano, além dos valores dos ângulos mencionados anteriormente, incluindo o valor de delta (diferença entre as médias máxima e mínima anual).

### **3.5. Levantamento dos impactos ambientais**

Os impactos ambientais foram levantados por meio de uma listagem simples, realizada com uma equipe de três estudantes do curso de engenharia ambiental do campus de Pombal, no período de 10 e 11 de setembro de 2018.

A equipe de estudantes, para melhor identificação dos impactos, esteve presente no local ao qual se encontra instalada a mini usina solar fotovoltaica. Com isso, cada integrante da equipe deveria listar os principais objetivos ali identificados e, posteriormente, discutirem o motivo pelo qual listaram o impacto citado.

Todavia, cabe ressaltar que cada um dos três estudantes, ficou responsável por identificar os impactos referentes à classificação do seu meio, os quais são: meio físico, meio biótico e meio socioeconômico.

### **3.6. Avaliação do estudo de viabilidade econômico-financeira**

#### ***3.6.1. Cálculo do investimento necessário para implantação do projeto***

Para obter o cálculo do investimento necessário para a implantação do projeto, é importante obter uma estimativa orçamentária do projeto, somando-se os valores dos equipamentos utilizados (anexo II).

#### ***3.6.2. Retorno do investimento (PAYBACK)***

Para a tomada de decisão de um projeto como uma usina solar fotovoltaica, é necessário tomar conhecimento de alguns critérios técnicos. Dessa forma, pode-se usar algum modelo de simulação.

Bordeaux-Rego (2015) cita dois métodos de retorno, o *payback* simples, o qual leva-se em conta o tempo de retorno do capital investido, onde o investidor determina um limite para a recuperação do investimento; e o *payback* descontado, o qual acrescenta uma taxa de atratividade ou de desconto, considerando o valor do dinheiro

no tempo. Dessa forma, ambos os métodos servem como análise da viabilidade de projeto.

Com isso, o quadro 1 abaixo contém as referências de alguns resultados necessários para o cálculo do *payback*:

**Quadro 1 - Referências utilizadas para o *payback* do investimento**

Custo médio mensal	Faturas ENERGISA (PU/UFCG)
Custo da disponibilidade de energia (demanda contratada)	PU/UFCG
Potência do gerador	Memorial UFV UFCG Pombal
Geração de energia média	Memorial UFV UFCG Pombal
Economia mensal	ufcg.edu.br
Investimento total	ufcg.edu.br

Fonte: Autoria própria, 2018.

### 3.6.3. Indicadores de viabilidade econômica

#### 3.6.3.1. Taxa interna de retorno (TIR)

Considera-se a taxa interna de retorno de um investimento, a taxa de juros necessária para anular o valor presente líquido, considerando uma taxa inerente ao projeto, uma vez que depende apenas das entradas e saídas de caixa estimadas (ROSS et al., 2003 *apud* MACEDO et al., 2017), sendo o cálculo feito da seguinte forma:

$$\sum_{f=1}^n \left[ \frac{FCt}{(1+TIR)^t} \right] - I_0 \quad (1)$$

admitindo: FCt como o fluxo previsto de entrada e saída de caixa de cada período; TIR, a taxa interna de retorno ou taxa de rentabilidade equivalente periódica; I<sub>0</sub>, o montante do investimento.

Para que o projeto assuma valores de investimento positivos, a TIR deve ser comparada com a taxa de desconto, também chamada de Taxa Mínima de Atratividade (TMA), e apresentar valor maior que a TIR (MELO, 2012; PARMAIS, 2017 *apud* AMARAL, 2018).

Assim sendo, assume como regra geral (MELO, 2012):

- Se TIR > TMA, aceita;
- Se TIR = TMA, indiferente;
- Se TIR < TMA, rejeita.

### 3.6.3.2. Valor presente líquido (VPL)

Considerado o critério mais indicado para tomada de decisão de investimento, o VPL pondera o valor do dinheiro no tempo. Seu cálculo é o resultado da subtração do investimento inicial do projeto do valor presente das entradas e saídas de caixa, sendo o cálculo realizado pela seguinte fórmula (MELO, 2012):

$$VPL = \sum \frac{FC_t}{(1+K)^t} - I_0 \quad (2)$$

assumindo:  $FC_t$ , o valor do fluxo de caixa no instante  $t$ ;  $K$ , taxa de desconto (TMA);  $I_0$ , investimento inicial.

Segundo Oliveira (1982) *apud* Amaral (2018), para que haja a viabilidade do projeto, o VPL deve apresentar valor positivo, sendo a soma dos retornos maior que a dos desembolsos, mesmo com a existência de juros. Assim sendo, quanto mais positivo o valor alcançado, mais viável será o projeto a ser investido.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Avaliação potencial solar

Como o objetivo desse trabalho é realizar um estudo de viabilidade econômica para a produção autônoma de energia fotovoltaica que atenda toda a demanda da Universidade Federal de Campina Grande, considerando o potencial energético de cada *campi*, o primeiro passo foi determinar o cenário de estudo que melhor apresentasse condições, ou seja, avaliar o potencial solar das cidades onde estão instalados os centros de educação da UFCG.

Dessa forma, observando os resultados (anexo III) obtidos com o uso do software SunData v 3.0 e apresentados resumidamente na tabela abaixo, nota-se que a cidade de Sousa apresenta melhores condições referente à quantidade de irradiação solar, em kWh/m<sup>2</sup>.dia, recebida durante o ano de 2017, uma vez que a mesma apresentou maior média de irradiação solar diária média mensal.

**Tabela 2 - Planilha mensal de irradiação solar das cidades de estudo (kWh/m<sup>2</sup>.dia)**

Cidade	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Campina Grande	5,39	5,58	5,77	5,34	4,79	4,24	4,33	5,03	5,54	5,69	5,84	5,58
Cuité	5,56	5,65	5,69	5,44	4,90	4,47	4,67	5,38	5,82	6,00	5,65	5,65
Sumé	5,13	5,40	5,81	5,92	5,48	5,08	5,21	5,71	6,12	5,82	5,56	5,15
Patos	6,05	6,10	6,29	6,02	5,36	4,96	5,27	6,01	6,45	6,47	6,40	6,13
Pombal	6,01	6,11	6,29	6,01	5,49	5,12	5,32	6,12	6,56	6,61	6,54	6,15
Sousa	5,96	6,06	6,20	6,02	5,58	5,33	5,57	6,25	6,56	6,59	6,59	6,16
Cajazeiras	5,95	6,01	6,09	5,97	5,55	5,34	5,58	6,27	6,58	6,52	6,54	6,15

Fonte: CRESESB. Elaboração própria, 2018.

Vale salientar que os valores aqui expostos são admitidos com base na maior média diária anual, seguindo o interesse principal da UFCG, cujo é o de maior geração anual de energia, concordando com o Sistema de Compensação de Energia, definido pela Resolução Normativa da Aneel nº 482/12.

Para facilitar o estudo, as médias dos valores encontrados na tabela 2, foram expostos na tabela 3.

**Tabela 3 - Média da irradiação apresentada na tabela 2**

Cidade	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]
	Média
Campina Grande	5,26
Cuité	5,44
Sumé	5,71
Patos	5,96
Pombal	6,03
Sousa	6,07
Cajazeiras	6,04

Fonte: CRESESB. Elaboração própria, 2018.

O programa oferece também a inclinação para instalação dos módulos fotovoltaicos, de modo a aperfeiçoar a captação solar e proporcionar a otimização da produção de energia. Segundo Greenpro (2004), a instalação dos módulos fotovoltaicos deve ser evitada na posição horizontal, devido ao acúmulo de sujeira o que acaba diminuindo a eficiência do sistema.

Nesse caso, em conformidade com os valores encontrados e expostos no anexo III, os módulos fotovoltaicos na cidade de Sousa devem ser instalados com um ângulo de 6° (seis graus) e voltados para o norte. O Norte a ser adotado deve ser o norte geográfico do planeta, diferente do norte magnético. Pinho e Galdino (2014) concluem que a utilização do norte verdadeiro e não magnético, dar-se-á porque é a direção em que o sol se mantém com maior incidência ao longo das estações do ano no Brasil.

Outro detalhe importante na avaliação potencial solar é a posição no ranking para a cidade de Pombal, dado que a usina fotovoltaica em estudo encontra-se instalada no campus da cidade. Assim sendo, Pombal assume o terceiro lugar na classificação com uma média de 6,03 kWh/m<sup>2</sup>.dia, apresentando, também, um excelente potencial de irradiação solar.

Todavia, o estudo do potencial solar para a instalação da usina fotovoltaica proporcionaria à instituição uma possibilidade de resultados mais eficientes, caso uma nova planta de produção seja instalada num local com melhor potencial produtivo.

## **4.2. Levantamento dos impactos ambientais**

### **4.2.1. Impacto ambiental no meio físico**

Poucos são os potenciais impactos ambientais no meio físico levantados devido a instalação da unidade de microgeração de energia solar fotovoltaica no campus de Pombal, dado que o objetivo do investimento da mini usina no campus trata-se como interesse principal o de realizar pesquisas sobre as características da área a qual foi instalada.

Todavia, deve-se destacar a ocupação e uso do solo como impacto no meio físico, visto que foram utilizados 180 m<sup>2</sup> da área total (Figura 4) do solo do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), área essa que está a ser coberta por 114 módulo fotovoltaicos.

**Figura 5 - Área de localização da UFV UFCG Pombal**



Fonte: UFCG/CCTA, 2018

Com a instalação da mini usina, outro impacto que merece ser evidenciado é a degradação da paisagem, a qual acabará sofrendo variações conforme a extensão do projeto a ser elaborado, além das alterações do local ao qual está construída. Em caso de expansão da usina, com o propósito de atender toda a demanda, haverá necessidade de monitoramento e mitigação da área, ou seja, medidas de controle serão aplicadas devido a possíveis deterioração e/ou degradação da paisagem.

#### **4.2.2. Impacto ambiental no meio biótico**

Em se tratando de impactos no meio biótico, os mais expressivos impactos observados estão relacionados à perda de cobertura vegetal na área instalada e riscos de acidentes com animais ou mesmo causados por eles.

Assim sendo, com a retirada da vegetação (Figura 5) para a inserção das bases de eucalipto para suporte dos módulos fotovoltaicos (Figura 6), a área de implantação da usina fica vulnerável à ocorrência de processos erosivos, podendo ocasionar movimentação do solo por escorregamentos.

**Figura 6 - Estrutura da instalação dos módulos fotovoltaicos**



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

**Figura 7 - Base com eucalipto para suporte dos módulos fotovoltaicos**



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

A presença da cobertura vegetal é de suma importância por permitir a proteção do solo contra impacto, tal como a compactação do solo, além de aumentar sua estabilidade.

Outro impacto observado são os possíveis riscos de acidentes com animais, uma vez que o empreendimento gera descargas elétricas, o que pode vir a causar acidentes provocados por insetos, sejam eles mosquitos, abelhas, formigas, dado que seu habitat natural sofrera algumas fragmentações.

#### ***4.2.3. Impacto ambiental no meio socioeconômico***

Para o meio socioeconômico, consegue-se observar impactos mais expressivos, que vão desde a expectativa gerada na comunidade local à produção de novas pesquisas na área acadêmica, tal como a pesquisa, em estudo, aqui realizada.

Com a instalação das placas fotovoltaicas no campus do CCTA, a expectativa da comunidade em receber essa nova tecnologia como alternativa de energia renovável eleva-se, visto que espera-se que o projeto desperte e incentive, de certa forma, maior conscientização de práticas sustentáveis no centro acadêmico.

Há ainda, quem sabe o impacto mais significativo para os frequentadores e gestores do campus, a expectativa positiva com a melhoria no sistema elétrico local,

consequentemente na redução de custos com as contas de energia da universidade, em se tratando de um sistema autônomo.

Por consequência, o aproveitamento de uma fonte de energia limpa e renovável, nesse tipo de empreendimento, também é vista como impacto, em consequência da alta disponibilidade de irradiação solar ao longo do dia na cidade de Pombal.

Visto todos esses impactos anteriormente citados, pode-se dizer que o aumento de pesquisas acadêmicas geradas na comunidade acadêmica está sendo, verdadeiramente, um impacto positivo significativo para o campus. As pesquisas realizadas por docentes e discentes da instituição de ensino na área de energia renovável pluralizou-se no último semestre, mostrando o interesse dos mesmos para essa nova esfera de estudo.

### **4.3. Análise da viabilidade econômico-financeira**

#### ***4.3.1 Dimensionamento e estimativa do custo de implantação***

No anexo I deste trabalho estão expostos os quadros referentes ao consumo (kWh) energético da UFCG, incluindo os meses de janeiro a dezembro, para os anos de 2015, 2016 e 2017. São elencados os valores para o consumo (kWh) em horário de ponta e fora de ponta separadamente, entretanto para o contexto do estudo aqui realizado, os valores foram empregados de forma unificado, por motivo de simplificar o trabalho, uma vez que o objetivo é trabalhar com o resultado final total do consumo energético da instituição.

Todavia, os termos ponta e fora de ponta citados anteriormente são utilizados para melhor análise quantitativa do consumo (kWh) em seus devidos horários, assim sendo são justificados da seguinte forma (LOPES, 2002):

- Horário de Ponta (HP): corresponde ao período de três horas contínuas diárias, com exceção dos sábados, domingos e feriados nacionais, o qual a demanda e o consumo de energia elétrica atingem preços mais elevados.
- Horário Fora de Ponta (HFP): corresponde ao restante das horas, porém com tarifas de custo mais baixo que as que foram cobradas durante o horário de ponta.

Na Tabela 4, são apresentados os valores obtidos do consumo (kWh) consolidado<sup>7</sup> para cada campus da UFCG. Observa-se que, como esperado por ser a sede da instituição, o campus de Campina Grande lidera os gastos de energia apresentando um total de 15.386.000 kWh nos anos analisados. Esse valor obtido é relativo apenas ao consumo da área que corresponde à reitoria, ao centro de ciência e tecnologia e ao centro de humanas.

**Tabela 4 - Consumo consolidado em kWh dos *campi* da UFCG**

<b>CAMPUS</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>TOTAL</b>
<b>CG</b>	4.809.000	5.457.200	5.119.800	15.386.000
<b>Patos</b>	641.900	775.950	812.000	2.229.850
<b>Pombal</b>	619.920	755.580	740.880	2.229.850
<b>Sumé</b>	501.060	564.690	606.900	1.672.650
<b>Cuité</b>	463.540	548.170	542.010	1.553.720
<b>Cajazeiras</b>	1.074.080	1.232.000	1.288.280	3.594.360
<b>Sousa</b>	169.084	161.048	167.854	497.986
<b>Total</b>	8.278.584	9.494.638	9.277.724	27.050.946

Fonte: PU/UFCG. Elaboração própria, 2018.

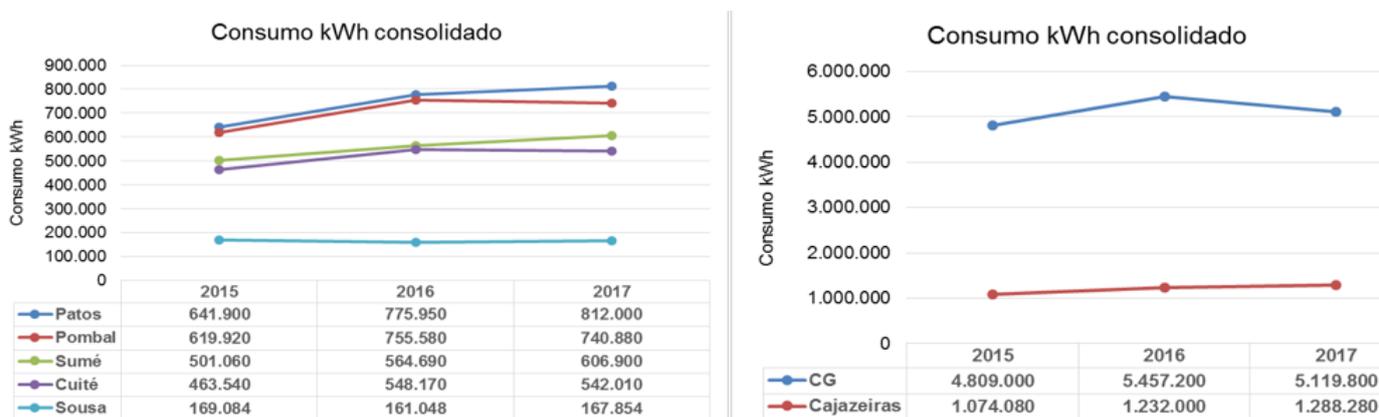
Fazendo um balanço dos meses para esse campus e tomando como referência o ano de 2016, por apresentar maior consumo entre os anos analisados, os meses de maior consumo foram novembro e abril, respectivamente, e os de menor janeiro e junho. Isso se dá pelo seguinte fato, janeiro e junho são meses que há menor fluxo de funcionários e alunos realizando alguma atividade no campus, devido ao período de férias de alunos e grande parte dos funcionários.

Para melhor visualização dos resultados alcançados, no gráfico abaixo é mostrado o comparativo dos anos analisados para cada campus e seus respectivos consumos. É notório que o campus de Sousa, o Centro de Ciência Jurídicas e Sociais (CCJS) se destaca por apresentar menor consumo entre os demais, entretanto vale ressaltar que o consumo (kWh) para o campus de Sousa, utilizado nesse estudo, é

<sup>7</sup> Consumo em Ponta + Consumo Fora de Ponta

referente ao campus localizado no centro da cidade, onde concentra um menor volume de aulas.

**Gráfico 2 - Consumo kWh consolidado dos *campi* UFCG nos anos de 2015, 2016 e 2017**



Fonte: PU/UFCG. Elaboração própria, 2018.

Ao observar os gráficos acima, percebe-se para os *campi* de Patos, Sumé e Cajazeiras um crescimento anual no consumo de energia, enquanto os *campi* de Pombal, Cuité e Campina Grande conseguiram reduzir, no último ano analisado, seus consumos energéticos em, respectivamente, 14.700, 6.160 e 337.400 kWh.

Segundo a Resolução Normativa N° 482/12, a instituição em estudo classifica-se como consumidor da categoria Verde A4, o qual significa que o consumo energético da UFCG atende uma tensão no intervalo de 2,3 a 25 kV. Por dispor de um grande conjunto de equipamentos que necessitam de alto consumo energético, carece dessa categoria o contrato da demanda de potência ativa pela universidade, por isso na tabela abaixo é exposto a demanda contratada para cada campus em estudo:

**Tabela 5 - Demanda contratada (kW) em cada campus da UFCG**

Campus	Demanda contratada	Demanda medida média	Ineficiência relativa
CG	1700	1642,67	57
Patos	370	324,63	45
Pombal	500	272,63	227
Sumé	299	189,7	109
Cuité	180	193,73	-14
Cajazeiras	400	351,4	49
<b>Sousa</b>	<b>170</b>	<b>72,51</b>	<b>97</b>

Fonte: PU/UFCG. Elaboração própria, 2018.

É importante saber que, a demanda contratada refere-se ao que a distribuidora deve viabilizar da demanda de potência ativa, de forma contínua no ponto de entrega, em concordância com o valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento, a qual deverá ser paga independente de seu uso total (ANEEL, 2010). Uma vez ultrapassada, em 5% (cinco por cento) o valor contratado à distribuidora, haverá uma cobrança maior no preço da fatura.

Em razão dessa informação, ainda na tabela 5, pode-se identificar que, ao realizar uma média da demanda medida para os *campi* e realizando um comparativo com a demanda contratada pela instituição, há uma ineficiência relativa, o que acaba causando maiores gastos para a UFCG.

O destaque dado para o campus de Sousa corresponde a uma desproporcionalidade nos dados analisados, dado que, as informações do campus localizado na BR 230, não foi possível realizar a tabulação a tempo de discutir os resultados esperados.

Visto isso, acumula-se informações suficientes para dimensionar uma usina solar fotovoltaica para suprir toda a demanda dos *campi* da UFCG obtida para a realização do trabalho, calculando, ainda, o custo financeiro do investimento para todo o projeto.

Dessa forma, sabendo dos consumos consolidados dos últimos anos para cada campus em estudo, pode-se dar início ao cálculo de dimensionamento dos módulos fotovoltaicos. Com isso, para o trabalho em questão serão utilizados os dados do campus de Pombal como avaliação primária, uma vez que a usina fotovoltaica encontra-se instalada em sua localidade.

Logo, o primeiro passo para o dimensionamento foi encontrar os valores consolidados do consumo, o qual é importante destacar que os valores utilizados, para facilitar o cálculo do trabalho, será do ano de 2017.

Assim sendo, o consumo médio mensal do campus de Pombal é:

$$\text{Consumo média mensal} = 740.880 / 12 = 61.740 \text{ kWh/mês}$$

Todavia, esse valor encontrado para o consumo mensal deve ser transformado para consumo diário, dado que os módulos fotovoltaicos trabalham por dia, uma vez que é necessário saber o consumo diário a ser suprido pelo gerador.

Logo, considerando o mês comercial com 30 dias, obtém o seguinte resultado:

$$\text{Consumo médio diário} = 61.740 / 30 = 2.058 \text{ kWh/dia}$$

O valor encontrado para o consumo médio diário é a energia a ser gerada pelos módulos. É importante lembrar que os módulos fotovoltaicos dependem da disponibilidade da irradiação solar, ao qual foi comentada no item 4.1 deste trabalho, por meio dessa informação, o consumo diário deve ser adequado ao valor da potência solar encontrado, neste caso, para Pombal.

Dessa forma, divide-se o valor encontrado para o consumo médio diário pelo valor do potencial solar (irradiação média diária anual) encontrado no item 4.1, cujo valor encontrado foi de 6,03 kWh/m<sup>2</sup>.dia. Todavia, esse valor da irradiação solar deve ser multiplicado por um fator de 80%, segundo Amaral (2018), pois essa metodologia é necessária para adequar a geração de energia ao longo do dia. Com esse método, segundo Pinho e Galdino (2014), “capacidade de geração dos módulos se torna superior à necessária diariamente, o que serve para compensar a geração em dias pouco ensolarados, ou em dias em que o consumo seja superior à média diária.”

$$\text{Potência total dos módulos} = 2.058 \text{ kW} / (6,03 \times 0,8) = 426,62 \text{ kW}$$

Sabendo da potência do módulo utilizado na UFV UFCG Pombal, cujo é o Canadian Solar CS6P 265P (Anexo IV), pode-se, assim, obter a quantidade de módulos que devem ser utilizados para suprir a demanda energética do campus, logo:

$$\text{Quantidade de módulos} = 426,62 \text{ kW} / 265\text{W} = 1.609 \text{ módulos}$$

Logo, para o investimento total da UFV UFCG POMBAL, assumindo a quantidade de 1.609 módulos para suprir toda a demanda será de R\$ 2.258.245,61.

Com base nessa informação, é possível calcular a quantidade de módulos a ser utilizadas para suprir toda a demanda da UFCG ao qual está sendo admitida, porém deve ser ressaltado que essa quantidade é destinada para a instalação dos módulos em cada campus de origem, logo a quantidade será:

**Tabela 6 - Quantitativo dos módulos fotovoltaicos em cada campus**

<b>Campus</b>	<b>Módulos fotovoltaicos</b>
Pombal	1.609
Campina Grande	12.753
Cajazeiras	2.794

Patos	1.785
Sumé	1.392
Cuité	1.305
Sousa	362

**Fonte: Autoria própria, 2018.**

Em caso de a instituição optar por escolher investir em uma única usina solar fotovoltaica, e admitindo o melhor potencial solar para alcançar mais eficiência, nesse caso a cidade de Sousa, com valor de potencial de 6,07 kWh/m<sup>2</sup>.dia, a quantidade de módulos é reduzida para, aproximadamente, 20.027 módulos fotovoltaicos, adotando o valor de consumo total para todos o campus, ou seja, 9.277.724 kW (valor calculado na tabela 4).

Logo, sabendo que o valor de um módulo fotovoltaico utilizado na UFV UFCG Pombal custa R\$ 649,00 (Anexo II), admite-se que o valor necessário a desembolsar com módulos fotovoltaicos para dimensionar a usina capaz de suprir a demanda energética da UFCG será de R\$ 12.970.523,00, assumindo que a instituição deseja investir em uma única usina.

No entanto, o valor encontrado não assume tamanha precisão, uma vez que o valor monetário do módulo encontrado é referente à uma pesquisa de mercado com base em uma média de preços, dado que para o seguinte trabalho não foi possível obter acesso ao orçamento detalhado da UFV UFCG Pombal.

Dessa forma, dimensionada a usina fotovoltaica para toda instituição, estima-se o custo de sua implantação assumindo os valores exposto no memorial descritivo da UFV UFCG Pombal como referência.

Assim sendo, tomando conhecimento do valor total, aproximado, gasto com faturas de energia na UFCG no último ano, 2017, e sabendo que o investimento necessário para que haja um desconto de R\$ 18.000,00, ao ano, nas faturas do CCTA foi de R\$ 160.000,00, estima-se que o valor a ser investido será de R\$ 50.291.916,70 (cinquenta milhões duzentos e noventa e um mil novecentos e dezesseis reais e setenta centavos), com base no seguinte cálculo:

$$\begin{array}{r}
 160.000 \text{ reais} \text{ -----} 18.000 \text{ reais} \\
 X \text{ reais} \text{ -----} 5.657.840,35 \text{ reais} \\
 X = 50.291.916,70 \text{ reais de investimento}
 \end{array}$$

O valor acima encontrado corresponde, aproximadamente, a 106% do orçamento de custeio da UFCG no ano de 2017.

### 4.3.2 Retorno do investimento proposto

Para realizar o cálculo do *payback*, as informações resumidas na Tabela 7 auxiliam a chegar ao resultado esperado. Na Tabela 8 está apresentado um breve resumo do anexo V, onde encontra-se a contagem dos meses, o desconto da conta de energia com a correção mensal assumindo uma taxa de 0,09%, e o valor acumulado do desconto de energia do campus de Pombal com a implantação da UFV UFCG Pombal.

**Tabela 7 – Síntese dos dados da UFV UFCG Pombal para o estudo da análise econômica**

Custo médio mensal	R\$ 42.776,98
Custo da disponibilidade de energia (demanda contratada)	500 kW
Potência do gerador	265 Wp
Geração de energia média	61.740 kWh/mês
Economia mensal	R\$ 1.500,00
Investimento total	R\$ 160.000,00

Fonte: UFCG/CCTA. Elaboração própria, 2018.

**Tabela 8- Resumo do payback de investimento**

Mês	DESC. Da conta de energia (corrigido 0.09%)	Desc. na conta de energia	Valor acumulado
Investimento	-160.000	-160.000	
0	1500	1500	1500
1	1498,65	1500	1498,65
2	1497,301215	1500	4495,951215
3	1495,953644	1500	7491,904859
4	1494,607286	1500	10486,51214
[...]	[...]	[...]	[...]
53	1430,098939	1500	155597,9441
54	1428,81185	1500	158526,756
55	1427,52592	1500	161454,2819
56	1426,241146	1500	

Fonte: Elaboração própria, 2018

É importante destacar que o principal objetivo ao utilizar essa metodologia é encontrar em quantos meses o valor investido no projeto da usina fotovoltaica de

Pombal atingirá o valor acumulado do desconto, podendo assim indicar em quanto tempo o investimento de R\$ 160.000,00 será recompensado.

O investimento com a usina será recuperado, observando a tabela 7, após 55 meses de seu funcionamento. Logo, para melhor exatidão, o cálculo a seguir é feito para melhor interpretação, sendo exposto em ano:

$$\text{Payback} = 55/12 = 4,58 = 4 \text{ anos e } 7 \text{ meses}$$

Assim, tem-se que, para a UFCG/CCTA recuperar o investimento inicial de R\$ 160.000,00 referente à UFV UFCG Pombal, serão necessários 4 anos e 7 meses.

Em razão disso, como pode ser visto nas análises anteriores, o investimento para a implantar uma usina solar fotovoltaica que seja capaz de suprir toda a demanda exigida pela UFCG foi de R\$ 50.291.916,70. Dessa forma, o retorno do investimento do projeto para toda a instituição será, aproximadamente, de 5 anos e 1 mês.

Assumindo as informações adquiridas no relatório da UFV UFCG Pombal, os módulos fotovoltaicos utilizados, os quais são fabricados pela Canadian Solar, apresentam elevada eficiência, onde a garantia de fábrica tem uma duração de 10 anos. Sendo assim, após o período de retorno do investimento, os módulos ainda terão, cinco anos de funcionamento com garantia dos fabricantes.

Visto isso, o VPL e a TIR, para a UFV UFVG Pombal serão, respectivamente, de R\$ 72.202.335,17 e 13,26%, logo, assumindo valores positivos, o projeto encontra-se em uma situação de viabilidade significativa.

#### **4.3.3. Modelo padrão mais eficiente**

Ao observar as análises anteriores, é possível calcular um modelo padrão mais eficiente para o projeto de uma usina solar fotovoltaica a ser investida na UFCG. Sabendo que foram utilizados 180 m<sup>2</sup> para instalar 114 módulos fotovoltaicos no campus de Pombal, pode-se calcular a área a ser ocupada para cada campus com a instalação dos módulos fotovoltaicos, em caso de um futuro investimento da instituição.

Na tabela 9 consta os valores calculados da área a ser ocupada, em cada campus, pelos módulos fotovoltaicos caso a instituição de estudo optasse em investir em usinas individuais para cada centro de educação estudado nesse trabalho. Logo,

sabendo do quantitativo dos módulos para cada campus, o qual foi trabalhado no item 4.3.1, chega-se ao seguinte resultado:

**Tabela 9 – Área ocupada pelos módulos fotovoltaicos da UFV por campus**

<b>Campus</b>	<b>Área ocupada (m<sup>2</sup>)</b>
Campina Grande	20.136,32
Cajazeiras	4.411,58
Patos	2.818,42
Pombal	2.540,53
Sumé	2.197,9
Cuité	2.060,53
Sousa	571,58

Fonte: Aatoria própria, 2018

Assim sendo, os resultados acima, foram obtidos com base em uma conta matemática simples, a qual está representada abaixo com um exemplo para o campus de Campina Grande.

$$114 \text{ módulos} \text{ ----- } 180 \text{ m}^2$$

$$12.753 \text{ módulos} \text{ ----- } X \text{ m}^2$$

$$X = 20.136,32 \text{ m}^2$$

Cabe ressaltar que para evitar o uso e ocupação do solo de grandes áreas nos *campi*, áreas essas que poderão ser usadas em construção de novas edificações, a instalação dos módulos pode ser dividida e implantada na área superior dos blocos de aulas e dos outros setores.

Todavia, há a possibilidade de investimento em uma única localidade, visando o aproveitamento do potencial solar e, possivelmente, redução de gastos com compra de material, dado que o investimento em mão de obra ficará exclusivo a um único campus.

Dessa forma, para um investimento em uma única usina fotovoltaica, a quantidade de módulo a ser usado, tal como como foi calculado no item 4.3.1, será de:

$$114 \text{ módulos} \text{ ----- } 180 \text{ m}^2$$

$$20.160 \text{ módulos} \text{ ----- } X \text{ m}^2$$

$$X = 31.831,58 \text{ m}^2$$

Logo, como os valores até aqui encontrados foram baseados na UFV UFCG Pombal, os módulos que ocuparão a área acima calculada, deverão ser montados em fileiras e orientadas para o norte com desvio azimutal de 0° para concordar com os resultados aqui em encontrados.





## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como observado na literatura da pesquisa, o cenário mundial vem investindo fortemente no setor energético, onde grandes países com alto potencial de desenvolvimento estão adotando novas fontes renováveis de energia em sua matriz energética. Fato este que acontece em virtude da preocupação com o meio ambiente, prioritariamente com a preservação e conservação dos recursos naturais.

O Brasil, tomando como referência principal deste estudo, apresenta favoráveis condições para fontes alternativas de energia renovável menos impactantes ao meio, todavia sua principal fonte de energia ainda são as hidrelétricas. Contudo, novas tecnologias estão mais presentes no dia a dia em sua matriz energética, tal como a inserção do sistema de geração distribuída, com ênfase para a energia solar fotovoltaica e eólica.

Visto isso, o governo brasileiro está buscando, por meio de seus programas, estimular órgãos públicos atuantes no país a implementarem práticas de sustentabilidade, o que pode ser visto com o programa da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P). Com isso, a UFCG, vem buscando desenvolver estudos para colocar em ação práticas mais eficientes de sustentabilidade, onde um dos eixos a ser adotado relaciona-se às condições de melhoria para o setor energético.

Em virtude desse incentivo e da necessidade progressiva de conservar e preservar os recursos naturais para as futuras gerações, a UFV UFCG Pombal estimula melhores estudos para as práticas sustentáveis, conseqüentemente, melhores resultados futuros para o setor de energia da instituição.

Na avaliação potencial solar, concluiu-se que o melhor campus da instituição em estudo para receber a usina fotovoltaica, seria o campus ao qual se encontra instalado na cidade de Sousa. Todavia, a cidade de Pombal também apresenta uma boa média diária de irradiação, assumindo o terceiro lugar do ranking observado, perdendo apenas para Sousa e Cajazeiras, com uma diferença menor que 0,5 kWh/m<sup>2</sup>.dia.

No levantamento dos impactos ambientais, importante fator a ser avaliado em um projeto com tamanha importância, percebe-se que os impactos positivos são predominantes aos negativos, o que permite celebrar, de certo modo, que há uma viabilidade ambiental aceitável para a implantação do projeto.

Quanto ao dimensionamento, realizado para um possível projeto futuro da UFCG, concluiu-se que serão necessários um investimento de R\$ 13.083.696,81 para a compra de 20.160 módulos fotovoltaicos, dado que a demanda do consumo a ser suprida será de, aproximadamente, 25.771 kW/dia da instituição. Assim sendo, para a instalação desses módulos, identificou que a área necessária para instalação de uma única usina fotovoltaica, situada no campus de Sousa, é de aproximadamente 31.621,58 m<sup>2</sup>, dado que a opção por uma única usina é mais viável e eficiente para a instituição.

O investimento calculado para a realização do projeto apresentou resultados em torno de R\$ 50.291.916,70, valor esse calculado com base no projeto piloto da UFV UFCG Pombal, onde foram investidos R\$ 160.000,00 para que haja um desconto nas faturas de energia do campus do CCTA em R\$ 18.000,00 por ano. O retorno financeiro para tamanho investimento será recuperado em 5 (cinco) anos e 1 (um) mês, assumindo uma viabilidade significativa, uma vez que o VPL calculado é de R\$ 72.202.335,17 e a TIR 13,26%, além disso o valor será recuperado antes do prazo final da garantia dos módulos, que são 10 (dez) anos dados pelo fabricante. Logo, após o período de retorno alcançado, a redução das faturas de energia passará a ser uma economia mensal.

Ainda que o trabalho realizado tenha se mostrado viável para as condições discutidas, foi observado que a demanda contratada diante da distribuidora é menor ao realizar um cálculo com base na média mensal da demanda medida, o que implica em maiores valores das faturas da instituição.

Em relação as dificuldades para a realização do trabalho, somente algumas foram averiguadas, como o acesso as informações do orçamento da usina solar fotovoltaica do campus de Pombal, visto que tal referência foi de suma importância para a realização da viabilidade do estudo realizado, afetando assim a precisão da pesquisa, dado que os valores apresentados no anexo III são considerados valores aproximados. Além da falta de informações precisas, para conseguir equacionar uma planta com menor custo para a instituição.

Assim, com a realização da proposta de estudo, conclui-se que a Universidade Federal de Campina Grande, ao adotar um sistema de energia autônomo, ganhará tanto no setor financeiro, onde haverá reduções significativas em suas faturas, quanto no setor ambiental, sendo mais um órgão público a adotar práticas sustentáveis para melhorar seu desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001 **Sistema de Gestão Ambiental**. Brasília, DF, 2004.

AGENDA 2030. **Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Plataforma AGENDA 2030. 2017. Disponível em: <<http://www.agenda2030.org.br/ods/12/>>. Acesso em: 10 nov. 2018

Amaral, Ana Flávia de Paula. **Análise das viabilidades técnica e econômica da energia solar fotovoltaica** / Ana Flávia de Paula Amaral. – 2018. 76f.: il.: color; grafs; tabs; mapas.

ANEEL. Energia Solar. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**, p. 14, 2005. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia\\_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. .

ANEEL. **Geração Distribuída**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, DF. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>> Acesso em: 13 set. 2018.

ANEEL. **O Que é Geração Distribuída?**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, ago. 2018. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida#back-top>> Acesso em: 29 ago. 2018.

ANEEL. **Resolução Normativa Nº 414**, de 9 de setembro de 2010. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

BARBOSA FILHO, W. P.; FERREIRA, W. R.; AZEVEDO, A. C. S. DE; COSTA, A. L.; PINHEIRO, R. B. Expansão Da Energia Solar Fotovoltaica No Brasil: Impactos Ambientais E Políticas Públicas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. 0, p. 628, 2015. Disponível em: <[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/3467](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3467)>. .

BOAS, Vilas; DA SILVA, Lillian Cristina Leal. **Energia fotovoltaica: estudo de viabilidade econômica de projeto de geração distribuída em Bom Jesus da Lapa**. 2017.

BORDEAUX-REGO, Ricardo. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. Editora FGV, 2015. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=YieHCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=viabilidade+econ%C3%B4mica&ots=kKz0Vai-1G&sig=FEoZk7XiUGvkrxpCdroCX8s5ZLE#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 17 set. 2018.

BP (Uk) (Ed.). **BP Statistical Review of World Energy June 2017**. London: Bp Statistical Review Of World Energy, 2017. 52 p. (66th edition). Disponível em: <<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical->

review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 5.163**, de 30 de julho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163.htm)> Acesso em: 12 set. 2018

BRASIL. **Decreto nº 7.7746**, de 5 de junho de 2012a. Regulamenta o art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública - CISAP. Brasília, DF.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 10**, de 12 de novembro de 2012b. Estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável de que trata o art. 16, do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **A3P** / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. Departamento de Produção e Consumo Sustentáveis. 2. ed., rev. e atual. \_\_. Brasília: MMA, 2016. Disponível em: <[https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/Sustentabilidade%20%28A3P%29/cartilha\\_como\\_implantar\\_a\\_a3p\\_-\\_4\\_edicao.pdf](https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/Sustentabilidade%20%28A3P%29/cartilha_como_implantar_a_a3p_-_4_edicao.pdf)> Acesso em: 14 out. 2018

BRASIL. **Resolução CONAMA 001**, de 23 de janeiro de 1986. Conselho Nacional Do Meio Ambiente - IBAMA. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 28 ago. 2018

BRASIL. **Resolução Normativa Nº 687**, de 24 de novembro de 2015. Agência Nacional de Energia Elétrica –ANEEL. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>> Acesso em: 16 set. 2018.

BUARQUE, Cristovam. **Avaliação de projetos**. Campus, 1984.

CANAL, Elisa. **Estudo de viabilidade de sistema de geração distribuída de energia eólica no município de Santa Vitória do Palmar, Rio Grande do Sul**. 2018. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/181052>>. Acesso em: 17 set. 2018.

COELHO, I. DE A.; DUARTE, S. M. A.; COELH, O. DE A. M. Estudo da dinâmica da cobertura vegetal no município de Floresta / PE através de processamento digital de imagens. **Revista GEAMA**, v. 1, n. 2, p. 187–204, 2015.

CORTEZ, R. J. M. Sistema de Seguimento Solar em Produção de Energia Fotovoltaica. , p. 94, 2013. Disponível em: <<http://paginas.fe.up.pt/~ee06279/docs/Dissertacao.pdf>>.

CRESESB – Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito. **Potencial Solar – SunData v 3.0**. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro. 25 jan, 2012. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>>. Acesso em: 18 out. 2018.

DE SOUZA SILVA, João Lucas et al. ANÁLISE DO AVANÇO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL. In: **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018**. 2018. Disponível em: <<http://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/535/535>> Acesso em: 17 set. 2018.

DIAS, Marcos Vinícius Xavier; BORTONI, Edson da Costa; HADDAD, Jamil. **Geração Distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras**. Itajubá, 2006 Disponível em: <<https://saturno.unifei.edu.br/bim/0029506.pdf>> Acesso em: 16 set. 2018.

Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balço Energético Nacional 2017: Ano base 2016 / Empresa de Pesquisa Energética**. – Rio de Janeiro: EPE, 2017.

FIALHO WANDERLEY, Augusto César; CAMPOS, Antonio Luiz P. Siqueira. **PERSPECTIVAS DE INSERÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA** GEBERT, Alice et al. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Feira Regional de Matemática do RS**, [S.l.], v. 1, n. 1, jun. 2018. Disponível em: <<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/feiramatematica/article/view/9244>>. Acesso em: 29 ago. 2018.

Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Estudos técnicos visando o licenciamento ambiental de usinas solares heliotérmicas no estado de Minas Gerais**. --- Belo Horizonte: FEAM, 2016. 90p.; il.

**Gestão socioambiental nas universidades públicas: A3P / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental, Departamento de Proteção e Consumo Sustentáveis, Programa Ambiental na Administração Pública**. – Brasília, DF: MMA, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80063/Publicacoes%202017/universidade.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

**GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO RIO GRANDE DO NORTE. HOLOS**, [S.l.], v. 3, p. 3-14, ago. 2013. ISSN 1807-1600. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1493/677>>. Acesso em: 23 mar. 2018. doi:<https://doi.org/10.15628/holos.2013.1493>.

GREENPRO, P. A. **Energia Fotovoltaica - Manual sobre tecnologias, projetos e instalação**. 2004. PORTAL ENERGIA. 22, 32

HO, Clifford K. Review of avian mortality studies at concentrating solar power plants. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing, 2016. p. 070017. Disponível em: <<https://www.osti.gov/servlets/purl/1364837>> Acesso em: 10 set. 2018.

INEE. **O que é Geração Distribuída**. Instituto Nacional de Energia Elétrica. Rio de Janeiro, RJ. 2002. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/forum\\_ger\\_distrib.asp](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp)> Acesso em: 13 set. 2018.

LOPES, Juarez Castrillon. **Manual de tarifação da energia elétrica**. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica-Procel, 2002.

MACEDO, Carlos Alberto Anjoletto; ALBUQUERQUE, Andrei Aparecido de; MORALLES, Herick Fernando. Analysis of economic and financial viability and risk evaluation of a wind project with Monte Carlo simulation. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 24, n. 4, p. 731-744, Dec. 2017. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2017000400731&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2017000400731&lng=en&nrm=iso)>. Access on 13 Nov. 2018. Epub Dec 11, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x3439-16>.

Melo, Marcelo Silva de Matos. **Energia Eólica: Aspectos Técnicos e Econômicos** / Marcelo Silva de Matos Melo. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012. XVII, 137 p.: il; 29,7 cm

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Responsabilidade Socioambiental. **Produção e Consumo sustentáveis**. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel.html?view=default>>. Acesso em 10 nov. 2018.

NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL – ONU BR. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio), 2015. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org>>.

PACHECO, Fabiana. Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, v. 149, p. 4-11, 2006. Disponível em: <[http://files.pet-quimica.webnode.com/200000109-5ab055bae2/Conceitos\\_Energias\\_renov%C3%A1veis.pdf](http://files.pet-quimica.webnode.com/200000109-5ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf)> Acesso em: 11 set. 2018.

PICANÇO, J. **Mercado de energias renováveis e geração distribuída**. Federação das Indústrias do Estado do Ceará, 2015. 49 slides. Apresentação em PowerPoint.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. **Rio de Janeiro**, v. 1, p. 47-499, 2014. RELLA, R. Energia Solar Fotovoltaica No Brasil. , 2017.

**Plano decenal de expansão de energia 2024**. Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética: MME/EPE, 2015. Disponível em: <[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)>. Acesso em: 25 mar. 2018

POUDINEH, R; JAMASB, T. **Distributed generation, storage, demand response and energy efficiency as alternatives to grid capacity enhancement**. Energy Policy, v. 67, p. 222 – 231, 2014. ISSN 0301-4215. Disponível em: <<https://plu.mx/plum/a/?doi=10.1016%2Fj.enpol.2013.11.073&theme=plum-sciencedirect-theme&hideUsage=true>> Acesso em: 16 set. 2018

PORTELLA, Anastácia Rosa et al. RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL POR MEIO DA MISSÃO, VISÃO E VALORES: UM ESTUDO NAS 100 MAIORES EMPRESAS DE SANTA CATARINA.. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 217-241, jun. 2015. ISSN 2238-8753. Disponível em: <[http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/2495/2076](http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2495/2076)>. Acesso em: 15 out. 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v4e12015217-241>.

RANGEL, Mariana Salles; BORGES, Pedro Baptista; SANTOS, Ivan Felipe Silva dos. Análise comparativa de custos e tarifas de energias renováveis no Brasil. **Revista Brasileira de Energia Renováveis**, Itajubá, v. 5, n. 3, p.267-277, 2016. Disponível em: <[file:///C:/Users/Gabriela Moreire/Desktop/TCC/Introdução/48124-185190-1-PB.pdf](file:///C:/Users/Gabriela%20Moreira/Desktop/TCC/Introdução/48124-185190-1-PB.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2018.

RODRIGUES, Délcio; MATAJS, Roberto. Banho de sol para o Brasil: o que os aquecedores solares podem fazer pelo meio ambiente e a sociedade. In: **Banho de sol para o Brasil: o que os aquecedores solares podem fazer pelo meio ambiente e a sociedade**. Vitae Civilis, 2004.

SANTOS, Fernando António; SANTOS, Fernando Miguel. Geração distribuída versus centralizada. **m**, 2008.

SÁ, Iêdo Bezerra et al. Mapeamento da desertificação da região de desenvolvimento Sertão do São Francisco com base na cobertura vegetal e nas classes de solos. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

SAMANEZ, Carlos Patricio. **Engenharia econômica**. Pearson, 2009.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceito e métodos** / Luis Enrique Sánchez. - São Paulo : Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, Fernando António; SANTOS, Fernando Miguel. Geração distribuída versus centralizada. **m**, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/350>> Acesso em: 12 set. 2018.

SECRETARIAT, R. **Renewables 2017 global status report 2017**. 2017.

TORRES, R. C. Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais. **Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo-SP**, p. 164, 2012.

TURNEY, D.; FTHENAKIS, V. Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 6, p. 3261–3270, 2011. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.04.023>>. Acesso em: 6 set. 2018.



## ANEXO I

## CONSUMO POR CAMPUS NOS ANOS DE 2015, 2016 e 2017

## Campina Grande

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/15	28.000,00	924,00	2.800,00	281.400,00	1.414,00	12.600,00
fev/15	50.400,00	1.232,00	1.400,00	445.200,00	1.792,00	9.800,00
mar/15	50.400,00	1.218,00	1.400,00	441.000,00	1.722,00	11.200,00
abr/15	46.200,00	1.274,00	1.400,00	429.800,00	1.820,00	8.400,00
mai/15	47.600,00	1.302,00	1.400,00	432.600,00	1.834,00	9.800,00
jun/15	36.400,00	1.036,00	4.200,00	306.600,00	1.456,00	14.000,00
jul/15	32.200,00	630,00	2.800,00	271.600,00	854,00	15.400,00
ago/15	29.400,00	658,00	4.200,00	280.000,00	924,00	16.800,00
set/15	33.600,00	756,00	2.800,00	301.000,00	1.064,00	11.200,00
out/15	37.800,00	1.162,00	2.800,00	351.400,00	1.638,00	12.600,00
nov/15	53.200,00	1.274,00	1.400,00	455.000,00	1.778,00	9.800,00
dez/15	36.400,00	1.092,00	4.200,00	331.800,00	1.568,00	12.600,00
TOTAL	481.600,00			4.327.400,00		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/16	29.400,00	952,00	2.800,00	287.000,00	1.414,00	14.000,00
fev/16	47.600,00	1.232,00	1.400,00	392.000,00	1.750,00	9.800,00
mar/16	58.800,00	1.372,00	2.800,00	488.600,00	1.960,00	9.800,00
abr/16	53.200,00	1.344,00	1.400,00	436.800,00	1.932,00	9.800,00
mai/16	53.200,00	1.246,00	2.800,00	418.600,00	1.624,00	12.600,00
jun/16	43.400,00	1.064,00	4.200,00	355.600,00	1.330,00	15.400,00
jul/16	50.400,00	1.176,00	2.800,00	397.600,00	1.554,00	16.800,00
ago/16	56.000,00	1.246,00	4.200,00	413.000,00	1.624,00	15.400,00
set/16	51.800,00	1.316,00	4.200,00	414.400,00	1.764,00	18.200,00
out/16	46.200,00	1.274,00	4.200,00	399.000,00	1.750,00	16.800,00
nov/16	51.800,00	1.372,00	2.800,00	445.200,00	1.862,00	14.000,00
dez/16	49.000,00	1.400,00	2.800,00	418.600,00	1.960,00	15.400,00
TOTAL	590.800,00			4.866.400,00		
MÉDIA	49.233,33			405.533,33		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/17	5.040,00	105,00	420,00	24.570,00	102,90	1.680,00
fev/17	10.080,00	241,50	210,00	42.630,00	235,20	1.260,00
mar/17	10.080,00	226,80	-	43.890,00	216,30	1.680,00
abr/17	6.510,00	197,40	420,00	30.870,00	212,10	1.470,00
mai/17	8.190,00	224,70	210,00	38.430,00	235,20	1.680,00
jun/17	9.870,00	199,50	210,00	39.480,00	207,90	1.470,00
jul/17	6.300,00	170,10	210,00	26.670,00	147,00	1.680,00
ago/17	10.710,00	195,30	210,00	40.740,00	178,50	1.890,00
set/17	6.720,00	178,50	420,00	29.190,00	157,50	1.890,00
out/17	8.400,00	197,40	210,00	36.750,00	199,50	1.890,00
nov/17	10.920,00	228,90	210,00	50.400,00	235,20	1.470,00
dez/17	8.400,00	197,40	210,00	37.170,00	197,40	1.470,00
TOTAL	101.220,00			440.790,00		
MÉDIA	8.435,00			36.732,50		

## Patos

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/15	3.150,00	164,50	700,00	28.000,00	262,50	3.850,00
fev/15	7.350,00	213,50	350,00	63.700,00	329,00	2.450,00
mar/15	7.000,00	203,00	-	63.000,00	315,00	2.450,00
abr/15	6.300,00	206,50	350,00	56.350,00	346,50	2.100,00
mai/15	7.000,00	196,00	350,00	64.050,00	336,00	2.450,00
jun/15	3.150,00	70,00	700,00	32.200,00	370,00	3.500,00
jul/15	3.500,00	630,00	2.800,00	32.900,00	854,00	15.400,00
ago/15	3.150,00	658,00	4.200,00	31.850,00	924,00	16.800,00
set/15	3.850,00	756,00	2.800,00	35.700,00	1.064,00	11.200,00
out/15	4.900,00	1.162,00	2.800,00	49.700,00	1.638,00	12.600,00
nov/15	7.700,00	1.274,00	1.400,00	65.800,00	1.778,00	9.800,00
dez/15	6.650,00	1.092,00	4.200,00	54.950,00	1.568,00	12.600,00
TOTAL	63.700,00			578.200,00		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/16	2.800,00	112,00	700,00	30.800,00	217,00	3.500,00
fev/16	5.600,00	203,00	350,00	50.750,00	322,00	2.450,00
mar/16	5.950,00	231,00	-	59.150,00	332,00	2.100,00
abr/16	7.700,00	224,00	350,00	68.600,00	329,00	2.450,00
mai/16	6.650,00	206,50	350,00	60.200,00	315,00	2.800,00
jun/16	4.550,00	164,50	350,00	45.150,00	259,00	3.150,00
jul/16	7.350,00	189,00	700,00	59.850,00	283,50	2.450,00
ago/16	7.350,00	248,50	350,00	63.000,00	346,50	3.150,00
set/16	5.950,00	255,50	350,00	53.550,00	381,50	3.150,00
out/16	8.750,00	280,00	350,00	73.150,00	392,00	2.450,00
nov/16	7.000,00	262,50	350,00	66.500,00	378,00	3.150,00
dez/16	7.350,00	252,00	350,00	68.250,00	413,00	2.450,00
TOTAL	77.000,00			698.950,00		
MÉDIA	6.416,67			58.245,83		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/17	2.800,00	59,50	700,00	34.300,00	161,00	3.150,00
fev/17	7.350,00	273,00	350,00	68.250,00	392,00	2.450,00
mar/17	7.350,00	224,00	350,00	71.750,00	385,00	3.150,00
abr/17	4.900,00	175,00	700,00	52.850,00	325,50	2.800,00
mai/17	5.950,00	203,00	350,00	60.200,00	311,50	3.500,00
jun/17	7.350,00	203,00	700,00	63.700,00	297,50	2.800,00
jul/17	6.650,00	182,00	700,00	60.900,00	266,00	3.500,00
ago/17	8.050,00	213,50	350,00	66.150,00	325,50	3.150,00
set/17	4.900,00	164,50	700,00	50.050,00	290,50	3.150,00
out/17	6.300,00	213,50	1.050,00	58.100,00	367,50	2.800,00
nov/17	8.400,00	241,50	-	81.900,00	392,00	3.500,00
dez/17	7.000,00	231,00	350,00	66.850,00	381,50	2.800,00
TOTAL	77.000,00			735.000,00		
MÉDIA	6.416,67			61.250,00		

## Cajazeiras

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/15	6.160,00	117,60	280,00	49.560,00	134,40	1.680,00
fev/15	15.680,00	355,60	280,00	87.080,00	366,80	1.120,00
mar/15	17.360,00	336,00	-	90.440,00	308,00	840,00
abr/15	14.280,00	338,80	-	80.920,00	327,60	1.120,00
mai/15	19.320,00	369,60	-	95.760,00	350,00	560,00
jun/15	7.840,00	352,80	280,00	60.760,00	299,60	1.120,00
jul/15	6.440,00	112,00	280,00	49.000,00	162,40	1.400,00
ago/15	7.280,00	140,00	280,00	58.240,00	235,20	1.400,00
set/15	7.280,00	142,80	280,00	64.960,00	207,20	840,00
out/15	13.720,00	417,20	-	88.480,00	380,80	560,00
nov/15	21.000,00	417,20	-	108.640,00	386,40	1.120,00
dez/15	15.400,00	422,80	280,00	88.480,00	400,40	1.400,00
TOTAL	151.760,00			922.320,00		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/16	8.120,00	324,80	280,00	57.960,00	291,20	1.680,00
fev/16	14.000,00	352,80	-	86.520,00	350,00	1.120,00
mar/16	17.920,00	386,40	-	99.400,00	358,40	1.120,00
abr/16	15.120,00	333,20	-	87.640,00	316,40	1.400,00
mai/16	16.240,00	330,40	-	93.800,00	310,80	1.400,00
jun/16	10.080,00	296,80	280,00	70.840,00	282,80	1.400,00
jul/16	16.520,00	327,60	-	88.200,00	302,40	1.400,00
ago/16	18.200,00	375,20	280,00	95.760,00	352,80	1.400,00
set/16	17.360,00	392,00	-	96.600,00	355,60	1.120,00
out/16	14.280,00	364,00	-	94.640,00	389,20	1.120,00
nov/16	16.240,00	378,00	-	108.640,00	411,60	560,00
dez/16	9.240,00	221,20	280,00	78.680,00	263,20	1.680,00
TOTAL	173.320,00			1.058.680,00		
MÉDIA	14.443,33			88.223,33		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/17	7.840,00	341,60	560,00	68.600,00	333,20	2.240,00
fev/17	15.120,00	389,20	-	91.840,00	392,00	1.400,00
mar/17	16.800,00	352,80	-	96.880,00	347,20	1.400,00
abr/17	14.000,00	330,40	-	88.200,00	361,20	1.680,00
mai/17	15.960,00	319,20	280,00	94.360,00	333,20	1.120,00
jun/17	14.280,00	330,40	-	84.560,00	310,80	1.400,00
jul/17	13.720,00	285,60	-	77.840,00	243,60	1.960,00
ago/17	17.640,00	338,80	-	98.280,00	352,80	1.120,00
set/17	12.600,00	338,80	280,00	85.960,00	347,20	1.680,00
out/17	17.080,00	406,00	-	108.920,00	406,00	1.120,00
nov/17	18.200,00	383,60	-	114.800,00	394,80	840,00
dez/17	14.840,00	375,20	-	99.960,00	394,80	1.120,00
TOTAL	178.080,00			1.110.200,00		
MÉDIA	14.840,00			92.516,67		

## Sumé

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/15	3.150,00	63,00	630,00	30.030,00	81,90	3.360,00
fev/15	6.930,00	159,60	210,00	45.570,00	195,30	2.520,00
mar/15	7.560,00	157,50	210,00	49.770,00	193,20	2.520,00
abr/15	5.880,00	172,20	210,00	42.210,00	195,30	2.940,00
mai/15	7.560,00	161,70	210,00	45.570,00	214,20	2.520,00
jun/15	4.410,00	119,70	420,00	32.340,00	151,20	3.360,00
jul/15	3.570,00	67,20	840,00	24.780,00	63,00	4.200,00
ago/15	3.570,00	67,20	1.050,00	25.410,00	63,90	4.410,00
set/15	3.570,00	81,90	630,00	26.880,00	63,00	4.200,00
out/15	5.250,00	172,20	630,00	36.540,00	203,70	2.940,00
nov/15	7.560,00	159,60	210,00	45.990,00	214,20	2.730,00
dez/15	3.990,00	128,10	420,00	32.970,00	153,30	2.940,00
TOTAL	63.000,00			438.060,00		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/16	3.780,00	111,30	630,00	28.560,00	126,00	3.570,00
fev/16	5.670,00	140,70	420,00	42.000,00	178,50	3.150,00
mar/16	7.140,00	168,00	210,00	45.570,00	197,40	2.310,00
abr/16	7.770,00	180,60	210,00	51.030,00	214,20	2.730,00
mai/16	6.930,00	159,60	420,00	44.520,00	174,30	2.520,00
jun/16	5.250,00	138,60	420,00	35.910,00	136,50	3.150,00
jul/16	6.930,00	144,90	420,00	41.790,00	165,90	2.310,00
ago/16	6.720,00	157,50	210,00	42.630,00	176,40	2.730,00
set/16	7.770,00	159,60	210,00	47.880,00	205,80	2.520,00
out/16	6.510,00	174,30	420,00	44.100,00	201,60	2.100,00
nov/16	4.410,00	147,00	420,00	35.280,00	155,40	2.940,00
dez/16	4.410,00	81,90	630,00	32.130,00	79,80	2.520,00
TOTAL	73.290,00			491.400,00		
MÉDIA	6.107,50			40.950,00		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/17	3.570,00	69,30	630,00	31.500,00	96,60	2.730,00
fev/17	8.190,00	210,00	-	53.130,00	264,60	840,00
mar/17	8.610,00	220,50	-	58.380,00	254,10	210,00
abr/17	8.400,00	203,70	-	54.600,00	241,50	420,00
mai/17	6.720,00	172,20	-	46.620,00	207,90	210,00
jun/17	6.510,00	149,10	-	40.110,00	163,80	630,00
jul/17	5.250,00	111,30	-	32.130,00	113,40	210,00
ago/17	6.510,00	140,70	-	39.690,00	149,10	420,00
set/17	5.880,00	136,50	-	38.010,00	151,20	210,00
out/17	5.460,00	161,70	-	38.430,00	191,10	630,00
nov/17	7.350,00	182,70	-	49.140,00	226,80	630,00
dez/17	6.720,00	170,10	210,00	45.990,00	216,30	1.050,00
TOTAL	79.170,00			527.730,00		
MÉDIA	6.597,50			43.977,50		

## Pombal

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/15	3.780,00	100,80	840,00	36.540,00	226,80	5.040,00
fev/15	5.880,00	134,40	420,00	60.900,00	256,20	3.780,00
mar/15	5.460,00	142,80	420,00	55.860,00	252,00	3.780,00
abr/15	4.620,00	126,00	420,00	52.920,00	268,80	4.200,00
mai/15	5.460,00	134,40	420,00	60.900,00	294,00	3.780,00
jun/15	4.200,00	117,60	840,00	47.040,00	252,00	3.780,00
jul/15	3.780,00	79,80	840,00	34.860,00	142,80	4.620,00
ago/15	3.360,00	71,40	840,00	31.500,00	151,20	5.460,00
set/15	3.360,00	79,80	840,00	35.280,00	163,80	5.040,00
out/15	4.620,00	151,20	420,00	52.080,00	289,80	3.780,00
nov/15	5.460,00	142,80	420,00	59.220,00	294,00	3.360,00
dez/15	3.360,00	113,40	1.260,00	39.480,00	264,60	5.040,00
TOTAL	53.340,00			566.580,00		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/16	2.520,00	113,40	840,00	33.600,00	252,00	5.880,00
fev/16	4.200,00	142,80	420,00	49.140,00	277,20	3.780,00
mar/16	5.460,00	159,60	420,00	57.960,00	302,40	3.360,00
abr/16	5.880,00	155,40	420,00	64.260,00	289,80	3.360,00
mai/16	5.040,00	138,60	420,00	59.640,00	273,00	3.360,00
jun/16	4.200,00	130,20	840,00	47.040,00	235,20	4.200,00
jul/16	5.040,00	155,40	840,00	55.860,00	281,40	3.360,00
ago/16	5.040,00	168,00	420,00	56.280,00	289,80	4.200,00
set/16	7.140,00	180,60	840,00	69.300,00	323,40	3.780,00
out/16	5.880,00	172,20	420,00	60.900,00	302,40	4.200,00
nov/16	6.300,00	210,00	840,00	72.660,00	352,80	3.780,00
dez/16	5.880,00	235,20	420,00	66.360,00	352,80	3.780,00
TOTAL	62.580,00			693.000,00		
MÉDIA	5.215,00			57.750,00		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/17	2.940,00	63,00	1.260,00	33.180,00	142,80	5.460,00
fev/17	5.460,00	189,00	420,00	61.320,00	310,80	3.780,00
mar/17	5.880,00	197,40	840,00	63.000,00	294,00	4.620,00
abr/17	4.620,00	147,00	840,00	51.240,00	277,20	4.200,00
mai/17	5.460,00	172,20	840,00	56.700,00	268,80	4.200,00
jun/17	5.880,00	163,80	840,00	57.960,00	264,60	4.200,00
jul/17	5.040,00	147,00	840,00	47.880,00	226,80	4.200,00
ago/17	5.880,00	163,80	840,00	60.480,00	273,00	4.200,00
set/17	4.620,00	151,20	840,00	46.200,00	247,80	4.600,00
out/17	5.460,00	189,00	840,00	60.060,00	310,80	4.200,00
nov/17	6.720,00	214,20	420,00	72.660,00	315,00	4.200,00
dez/17	6.720,00	214,20	840,00	65.520,00	340,20	4.200,00
TOTAL	64.680,00			676.200,00		
MÉDIA	5.390,00			56.350,00		

## Sousa

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/15	902,00	38,54	-	8.282,00	54,12	-
fev/15	1.312,00	44,28	-	14.022,00	78,72	82,00
mar/15	1.722,00	54,94	-	14.268,00	81,18	-
abr/15	2.296,00	72,16	-	13.284,00	73,80	-
mai/15	2.132,00	65,60	-	14.514,00	73,80	-
jun/15	1.312,00	50,02	-	11.398,00	65,60	-
jul/15	1.558,00	52,48	-	9.102,00	50,02	-
ago/15	1.886,00	63,96	-	11.152,00	55,76	-
set/15	1.476,00	43,46	-	10.742,00	59,04	-
out/15	1.968,00	53,30	-	12.628,00	65,60	-
nov/15	2.460,00	59,04	-	17.138,00	88,56	-
dez/15	2.132,00	67,24	-	11.398,00	64,78	-
TOTAL	21.156,00			147.928,00		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/16	1.312,00	57,40	-	10.004,00	71,34	-
fev/16	1.230,00	56,58	-	11.890,00	58,22	-
mar/16	1.230,00	51,66	-	11.890,00	81,18	-
abr/16	1.640,00	36,08	-	13.366,00	59,04	-
mai/16	1.394,00	34,44	-	12.464,00	68,88	-
jun/16	1.312,00	32,80	-	9.922,00	36,08	-
jul/16	1.230,00	28,70	-	10.660,00	47,56	-
ago/16	1.640,00	68,06	-	12.300,00	77,08	-
set/16	1.394,00	46,74	-	12.300,00	79,54	-
out/16	1.230,00	35,26	-	11.480,00	55,76	-
nov/16	1.394,00	55,76	-	16.072,00	77,90	-
dez/16	1.476,00	48,38	-	12.218,00	74,62	-
TOTAL	16.482,00			144.566,00		
MÉDIA	1.373,50			12.047,17		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/17	984,00	41,82	-	8.282,00	44,28	-
fev/17	1.280,00	44,00	-	11.840,00	63,20	-
mar/17	1.280,00	43,20	-	11.840,00	63,20	-
abr/17	1.148,00	29,52	-	14.022,00	70,52	-
mai/17	1.476,00	50,84	-	11.234,00	66,42	-
jun/17	1.476,00	64,78	-	11.890,00	87,74	-
jul/17	1.230,00	39,36	-	9.266,00	57,40	-
ago/17	1.640,00	52,48	-	13.284,00	77,08	-
set/17	1.722,00	49,20	-	12.874,00	74,62	-
out/17	1.804,00	63,14	-	14.186,00	80,36	-
nov/17	2.050,00	69,70	-	16.482,00	87,74	-
dez/17	2.050,00	87,74	-	14.514,00	97,58	-
TOTAL	18.140,00			149.714,00		
MÉDIA	1.511,67			12.476,17		

## Cuité

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/15	3.780,00	84,00	700,00	22.400,00	77,00	2.520,00
fev/15	8.680,00	232,40	280,00	38.920,00	218,40	2.240,00
mar/15	9.240,00	189,00	140,00	38.920,00	194,60	2.100,00
abr/15	7.700,00	191,80	140,00	38.080,00	217,00	2.240,00
mai/15	9.940,00	208,60	140,00	44.100,00	215,60	1.820,00
jun/15	6.860,00	191,80	280,00	31.500,00	176,40	2.520,00
jul/15	4.760,00	98,00	840,00	21.280,00	96,60	2.800,00
ago/15	4.900,00	102,20	700,00	22.820,00	79,80	2.660,00
set/15	4.340,00	96,60	840,00	22.120,00	79,80	2.800,00
out/15	6.020,00	179,20	420,00	30.240,00	182,00	2.100,00
nov/15	9.380,00	217,00	140,00	43.120,00	205,80	2.100,00
dez/15	5.460,00	170,80	560,00	28.980,00	173,60	2.380,00
TOTAL	81.060,00			382.480,00		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/16	5.040,00	165,20	700,00	24.920,00	179,20	2.940,00
fev/16	7.980,00	201,60	280,00	37.520,00	215,60	2.240,00
mar/16	8.400,00	317,10	210,00	39.270,00	315,00	1.890,00
abr/16	10.710,00	222,60	-	43.470,00	218,40	1.890,00
mai/16	9.240,00	212,10	210,00	38.220,00	184,80	2.100,00
jun/16	6.720,00	161,70	630,00	28.350,00	142,80	2.310,00
jul/16	9.660,00	191,10	210,00	36.750,00	193,20	1.890,00
ago/16	9.030,00	189,00	210,00	36.750,00	174,30	2.100,00
set/16	10.500,00	212,10	-	40.320,00	191,10	1.890,00
out/16	7.980,00	222,60	420,00	33.600,00	199,50	1.890,00
nov/16	9.030,00	226,80	210,00	42.420,00	233,10	1.680,00
dez/16	9.870,00	224,70	210,00	42.420,00	247,80	1.470,00
TOTAL	104.160,00			444.010,00		
MÉDIA	8.680,00			37.000,83		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/17	5.040,00	105,00	420,00	24.570,00	102,90	1.680,00
fev/17	10.080,00	241,50	210,00	42.630,00	235,20	1.260,00
mar/17	10.080,00	226,80	-	43.890,00	216,30	1.680,00
abr/17	6.510,00	197,40	420,00	30.870,00	212,10	1.470,00
mai/17	8.190,00	224,70	210,00	38.430,00	235,20	1.680,00
jun/17	9.870,00	199,50	210,00	39.480,00	207,90	1.470,00
jul/17	6.300,00	170,10	210,00	26.670,00	147,00	1.680,00
ago/17	10.710,00	195,30	210,00	40.740,00	178,50	1.890,00
set/17	6.720,00	178,50	420,00	29.190,00	157,50	1.890,00
out/17	8.400,00	197,40	210,00	36.750,00	199,50	1.890,00
nov/17	10.920,00	228,90	210,00	50.400,00	235,20	1.470,00
dez/17	8.400,00	197,40	210,00	37.170,00	197,40	1.470,00
TOTAL	101.220,00			440.790,00		
MÉDIA	8.435,00			36.732,50		

Consumo dos Últimos Meses						
Mês	Ponta			Fora de Ponta		
	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE	kWh Fat.	Dem. Med.	ERE
jan/17	5.040,00	105,00	420,00	24.570,00	102,90	1.680,00
fev/17	10.080,00	241,50	210,00	42.630,00	235,20	1.260,00
mar/17	10.080,00	226,80	-	43.890,00	216,30	1.680,00
abr/17	6.510,00	197,40	420,00	30.870,00	212,10	1.470,00
mai/17	8.190,00	224,70	210,00	38.430,00	235,20	1.680,00
jun/17	9.870,00	199,50	210,00	39.480,00	207,90	1.470,00
jul/17	6.300,00	170,10	210,00	26.670,00	147,00	1.680,00
ago/17	10.710,00	195,30	210,00	40.740,00	178,50	1.890,00
set/17	6.720,00	178,50	420,00	29.190,00	157,50	1.890,00
out/17	8.400,00	197,40	210,00	36.750,00	199,50	1.890,00
nov/17	10.920,00	228,90	210,00	50.400,00	235,20	1.470,00
dez/17	8.400,00	197,40	210,00	37.170,00	197,40	1.470,00
TOTAL	101.220,00			440.790,00		
MÉDIA	8.435,00			36.732,50		

**ANEXO II**  
**ORÇAMENTO INVESTIDO NA USINA SOLAR DA UFCG/CCTA**

<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Abraçadeira Hellerman 230mm x 4,0mm ou similar	400 pç	35,90 (100 pç)	143,60
Abraçadeira tipo D com parafuso de 1"	10 pç	4,60	46,90
Armador metálico de sobrepor com disjuntor geral de 50ª trifásico e 02 minidisjuntores trifásico de 25ª, 03 DPS 275V 40KA, Barramento trifásico com termocontratil, canaleta plástica perfurada e vazada de 80x80x2400mm e placa de policarbonato 5mm c/ acessórios	1 CJ	1.875,09 (1 cj)	1.875,09
Arruela zincada ¼"	50 PÇ	22,00 (50 pç)	22,00
Arruela zincada 3/16"	400 PÇ	41,00 (100 pç)	164,00
Bisnaga de silicone	2 PÇ	15,90 (1 pç)	31,80
Bucha e arruela de 1"	5 CJ	56,53 (cj)	282,65
Bucha e arruela de 3"	3 CJ	6,49 (1 cj)	19,47
Bucha tijolão S10 c/ parafuso sextavado rosca soberba	50 CJ	69,90	69,90
Bucha tijolão S8 c/ parafuso sextavado rosca soberba	100 CJ	91,60 (50 pç)	183,20
Cabo 4mm² 0,6/1Kv (corrente contínua) 90°, preto	100 MTS	236,06 (100m)	236,06
Cabo 4mm² 0,6/1Kv (corrente contínua) 90°, vermelho	70 MTS	207,2 (100m)	145,04
Cabo 4mm² verde 450V/750V	50 MTS	275,00 (100m)	137,5
Cabo 10mm² preto 0,6/1kv 90°	90 MTS	499,99 (100 m)	449,99
Cabo 10mm² azul 0,6/1kv 90°	30 MTS	499,99 (100 m)	149,99
Cabo verde 10mm² 750V	30 MTS	459,90 (100 m)	137,97
Cabo 16mm² preto 0,6/1kv 90°	300 MTS	1.334,85 (100m)	4.004,55
Cabo 16mm² azul 0,6/1kv 90°	100 MTS	750,90 (100m)	750,90
Cabo 16mm² verde 750V	100 MTS	530,00 (100m)	530,00
Caixa DPS HT2-5 WAY (Montada com PDS 1000V-DC e conectores MC4)	6 PÇ	1.348,50 (1 pç)	8.091,00

Conector MC4 Fêmea/Macho	<b>30 PÇ</b>	19,90	597,00
Cabo 0,30m e 6mm <sup>2</sup> VERDE 750V com 02 conector de compressão e termocontratil	<b>200 PÇ</b>	144,99 (50 m) 72,00 (100 pç)	288,99
Fita isolante 3M 20 MTS	<b>2 PÇ</b>	13,56 (1 pç)	27,12
Fita isolante na cor branca	<b>1 PÇ</b>	2,80	2,80
Fita isolante na cor vermelha	<b>1 PÇ</b>	35,90	35,90
Inversor PHB PHB25K-DT	<b>1 PÇ</b>	23.399,42	23.399,42
Massa p/ calafetar	<b>1 PÇ</b>	17,00 (1 pç)	17,00
Módulo solar 60 células 265Wp 165x99CM Canadian Solar (Modelo CS6P.265P)	<b>114 PÇ</b>	649,00 (1 pç)	73.986,00
Parafuso cabeça de lentilha auto-travante ¼" x 1/1" zincado	<b>50 PÇ</b>	28,90 (100 pç)	14,45
Parafuso sextavado zincado 3/16" x ¾"	<b>400 PÇ</b>	26,50 (200 pç)	53,00
Perfilado perfurado galv.. a fogo 38x38x6000mm com tampa	<b>10 PÇ</b>	35,32 (1 pç)	350,32
Porca sextavada zincada 3/16"	<b>400 PÇ</b>	1,77 (1 pç)	708,00
Seal tubo com capa 1"	<b>20 MTS</b>	43,85 (25m)	35,08
Terminal de compressão 6mm <sup>2</sup>	<b>5 PÇ</b>	1,68 (1 pç)	8,4
Terminal de compressão 10mm <sup>2</sup>	<b>5 PÇ</b>	7,96 (1 pç)	39,8
Terminal ilhos p/ 10 mm <sup>2</sup>	<b>20 PÇ</b>	26,28 (50 pç)	26,28
Unidut cônico com abraçadeira de 1"	<b>5 PÇ</b>	3,79 (1 pç)	18,95
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Letra I	<b>5 PÇ</b>	81,50 (510 PÇ)	81,50
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Letra N	<b>20 PÇ</b>		
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Letra R	<b>20 PÇ</b>		
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Letra S	<b>20 PÇ</b>		

Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Letra T	<b>5 PÇ</b>		
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Letra V	<b>20 PÇ</b>		
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Numeral 0	<b>5 PÇ</b>		
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Numeral 1	<b>5 PÇ</b>		
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Numeral 2	<b>5 PÇ</b>		
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Numeral 3	<b>5 PÇ</b>		
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Numeral 4	<b>5 PÇ</b>		
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Numeral 5	<b>5 PÇ</b>		
Anilhas para identificação de circuitos marcador p/porta marcador (MS) FM-1, Numeral 6	<b>5 PÇ</b>		
Porta anilha para identificação de circuitos hellemann tyton, AT3, porta marcador AT	<b>20 PÇ</b>	65,00 (1 pç)	1.300,00
Abraçadeiras de Nylon para porta anilha	<b>50 PÇ</b>	89,99 (50 pç)	89,99
Caixa de passagem de alumínio com tampa 15x15x10cm	<b>3 PÇ</b>	35,99 (1 pç)	107,97
Eletroduto corrugado tipo kanaflex de 3"	<b>50 MTS</b>	262,5 (50 m)	262,5
Emenda para perfilado perfurado galv.. a fogo 38x38x6000mm	<b>6 PÇ</b>	57,31 (1 pç c/3000mm)	687,72
		510 PÇ	81,50

Suporte para caixa DPS HT2-5 Way (montada com PDS 1000V DC e Conectores MC4)	<b>6 PÇ</b>	1.281,07 (1 pç)	7.686,42
Unidut cônico com abraçadeira de 3"	<b>3 PÇ</b>	13,87 (1 pç)	41,61
Cabo de cobre NU 50mm <sup>2</sup>	<b>120 MTS</b>	649,00 (30 m)	2596,00
Cabo de cobre NU 35mm <sup>2</sup>	<b>20 MTS</b>	12,99 (1m)	259,80
Haste terra 5/8" de 2400mm	<b>8 PÇ</b>	100,32 (1 pç)	802,56
Conector haste terra	<b>6 PÇ</b>	11,45 (1 pç)	68,7
Conector haste cabo	<b>2 PÇ</b>	14,88 (1 pç)	29,76
Caixa de inspeção d300mm em PVC com tampa	<b>2 PÇ</b>	199,00 (1pç)	199,00
Fita de aço inox 3/4" 19x05mm (rolo 30 metros)	<b>1 PÇ</b>	25,00 (30 m)	35,00
Fecho para fita de aço inox 3/4"	<b>20 PÇ</b>	26,50 (1pç)	530,00
Caixa de passagem 30x30cm com tampa de concreto, com dois furos para eltroduto kanaflex de 3"	<b>4 PÇ</b>	29,15 (1pç)	116,60
<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>132.023,43</b>

Fonte: UFCG/CCTA. Elaboração própria, 2018.

### LISTA DE MATERIAIS ESTRUTURAIS

<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
PERFIL DE ALUMÍNIO CG077 NT - 6,2 metros	<b>38</b>	<b>107,10</b>	<b>4.069,80</b>
PARAFUSO SEXT. INOX 1/4 x 2"	<b>278</b>	<b>68,21 (50 pç)</b>	<b>411,06</b>
PORCASEXTINOX1/4	<b>278</b>	<b>0,26</b>	<b>72,28</b>
ARRUELA LISA INOX 1/4	<b>556</b>	<b>21,30 (100 pç)</b>	<b>127,80</b>
L 50X100 P/ REGULAGEM	<b>134</b>	-	-
L 50X130 P/ REGULAGEM	<b>70</b>	-	-
L 50X150 P/ REGULAGEM	<b>70</b>	-	-
EMENDA P/ PERFIL CG 077	<b>36</b>	-	-
BARRA ROSCAVEL 5/16" COM 3m - INOX	<b>11</b>	<b>15,55 (1 m)</b>	<b>513,15</b>
PORCA AUTOTRAVANTE 5/16"- INOX	<b>268</b>	<b>31,90 (200 pç)</b>	<b>91,70</b>
PORCA SEXT ZINC 5/16	<b>268</b>	<b>53,90 (100 pç)</b>	<b>161,70</b>
ARRUELA DE PRESSÃO 5/16" – INOX	<b>268</b>	<b>21,90 (100 pç)</b>	<b>65,70</b>
CLAMPERDEALUMINIOU	<b>60</b>	<b>12,49</b>	<b>749,40</b>
PARAFUSO ALLEN INOX 1/4 x 1"	<b>60</b>	<b>20,52</b>	<b>1.231,20</b>

CLAMPER DE ALUMINIO Z (CADEIRINHA)	8	25,90	207,2
PARAFUSO ALLEN INOX 1/4 x 1"	8	20,52	164,16
PORCA QUADRADA	68	25,00 (10 pç)	175,00
BORRACHA PARA VEDACAO	134	29,90 (30 m)	149,50
Porticos e Eucalipto - 33 porticos	33	-	-
Eucalipto citriodora 3,20m	38	442,00 (8 m)	6.718,40
Eucalipto citriodora 2,00m	33	442,00 (8 m)	3.646,50
Eucalipto citriodora 1,50m	33	442,00 (8 m)	2.734,9
BARRA ROSCAVEL 5/8" COM 3m - INOX	7	16,90 (1 m)	354,90
PORCA SEXTAVADA ZIN 5/8	142	40,00 (10 pç)	160,00
ARRUELA DE PRESSÃO 5/8" - INOX	142	43,68 (100 pç)	62,03
<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>21.455,32</b>

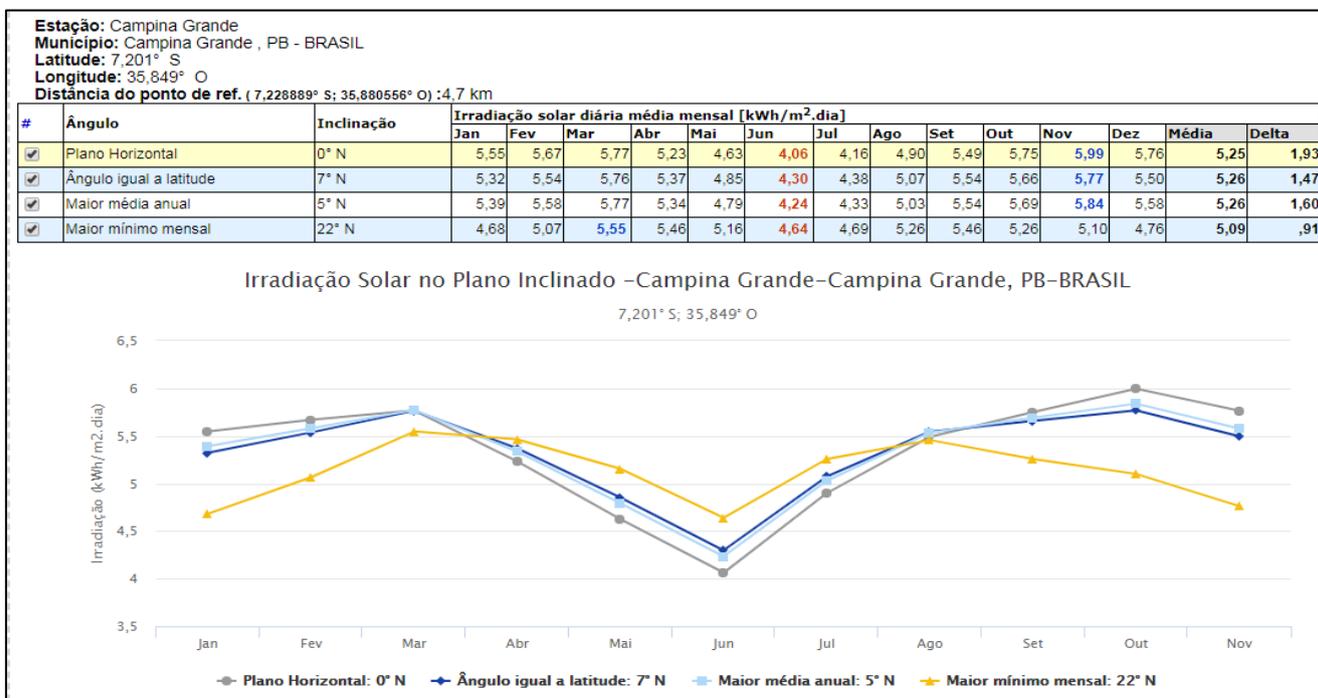
Fonte: UFCG/CCTA. Elaboração própria, 2018.

TOTAL = **132.023,43 +21.455,32=153.478,75**. (Valor aproximado do que consta na publicação realizada pela UFCG, a qual diz que o investimento foi da ordem de R\$ 160.000,00).

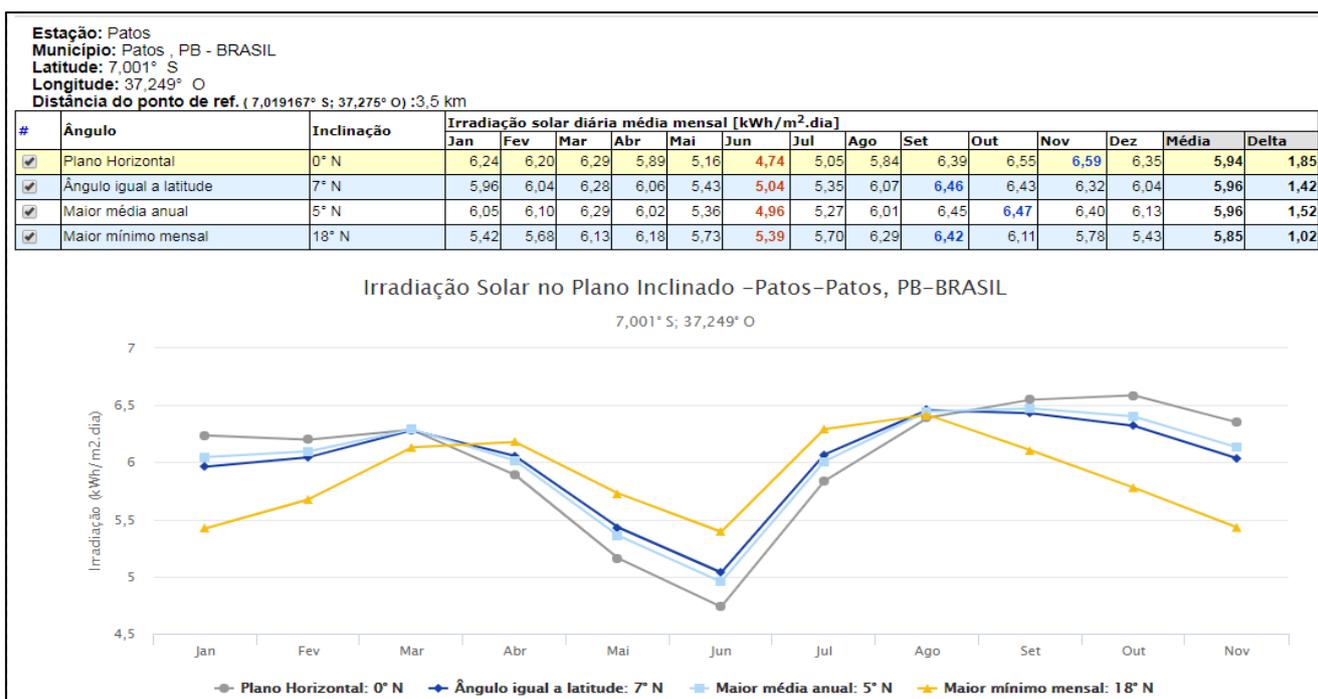
## ANEXO III

## POTENCIAL DE IRRADIAÇÃO SOLAR

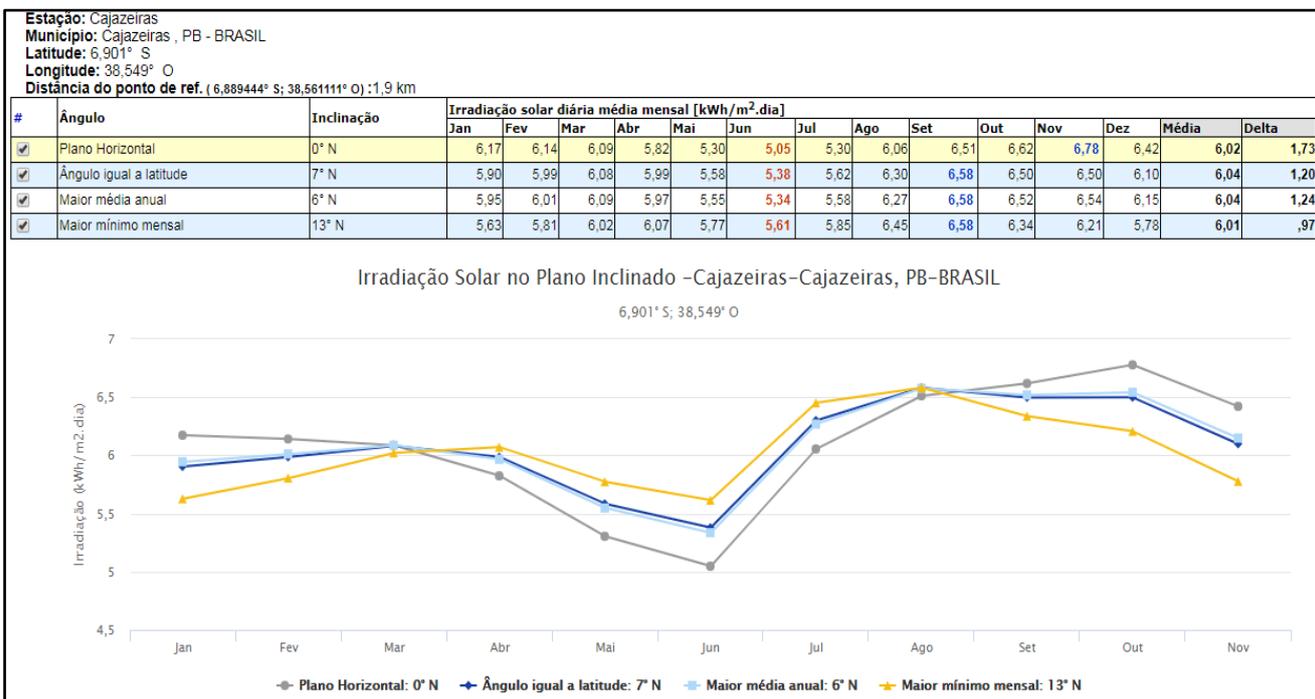
## Campina Grande



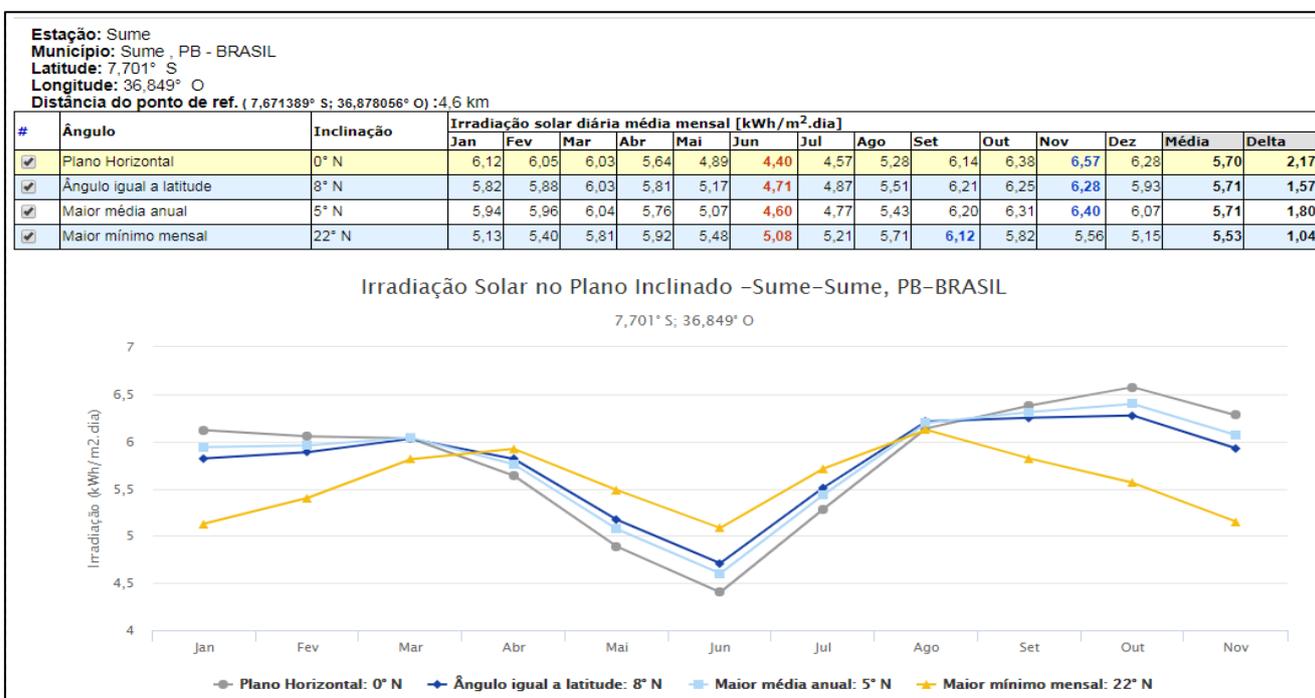
## Patos



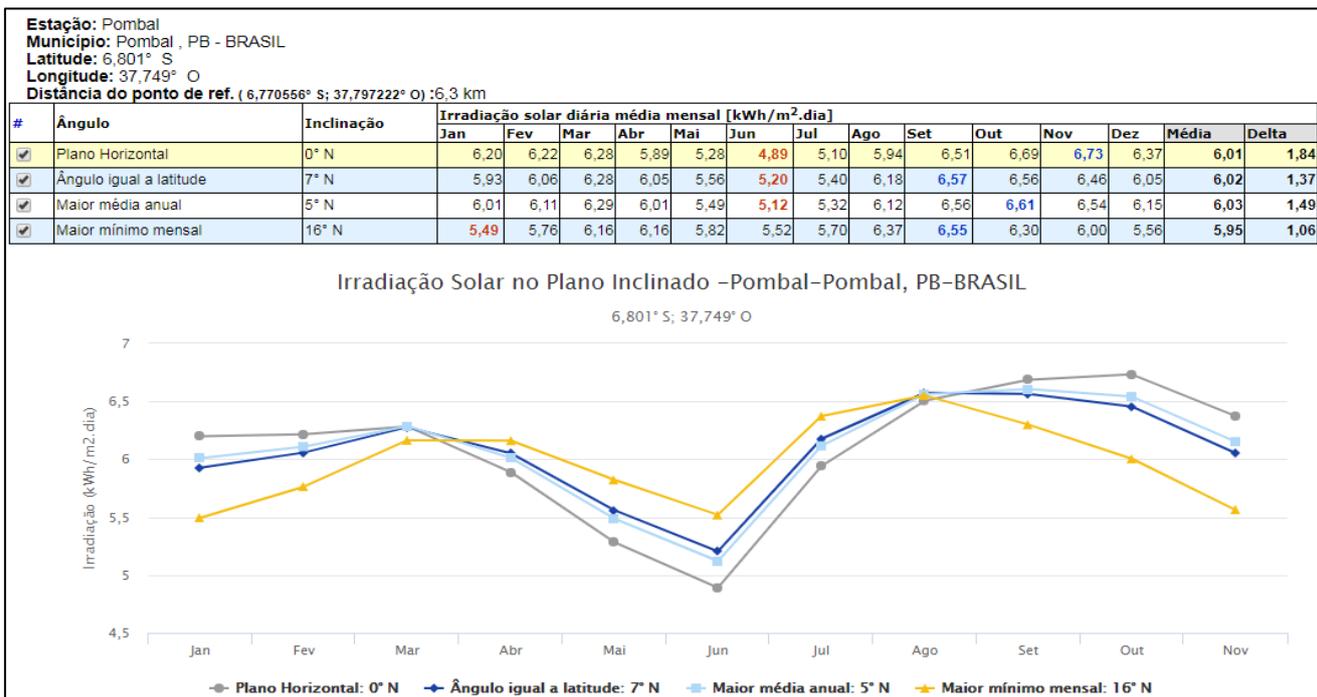
## Cajazeiras



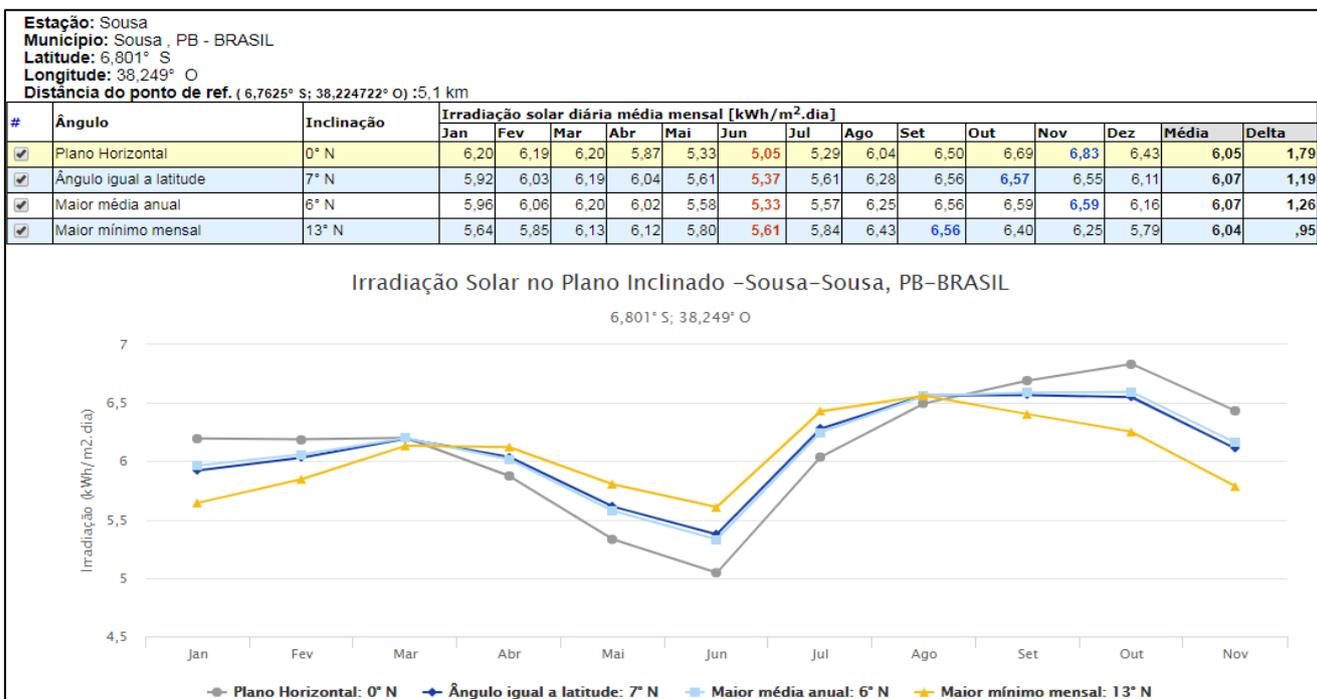
## Sumé



## Pombal



## Sousa



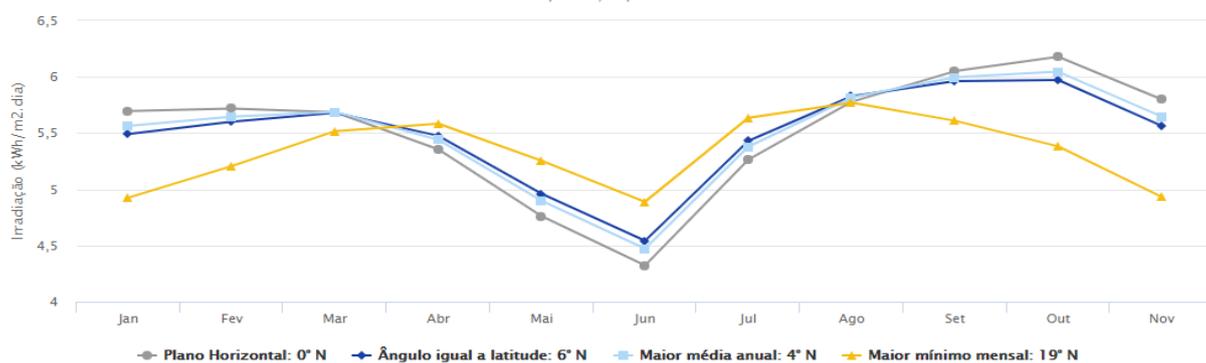
## Cuité

Estação: Cuite  
 Município: Cuite, PB - BRASIL  
 Latitude: 6,501° S  
 Longitude: 36,149° O  
 Distância do ponto de ref. ( 6,485556° S; 36,154167° O ): 1,8 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,70	5,72	5,69	5,36	4,76	4,32	4,52	5,26	5,78	6,05	6,18	5,80	5,43	1,86
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	6° N	5,49	5,60	5,68	5,48	4,96	4,54	4,73	5,43	5,83	5,96	5,97	5,56	5,44	1,43
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	4° N	5,56	5,65	5,69	5,44	4,90	4,47	4,67	5,38	5,82	6,00	6,05	5,65	5,44	1,57
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	19° N	4,93	5,21	5,52	5,58	5,25	4,89	5,06	5,64	5,77	5,61	5,38	4,93	5,31	,88

Irradiação Solar no Plano Inclinado -Cuite-Cuite, PB-BRASIL

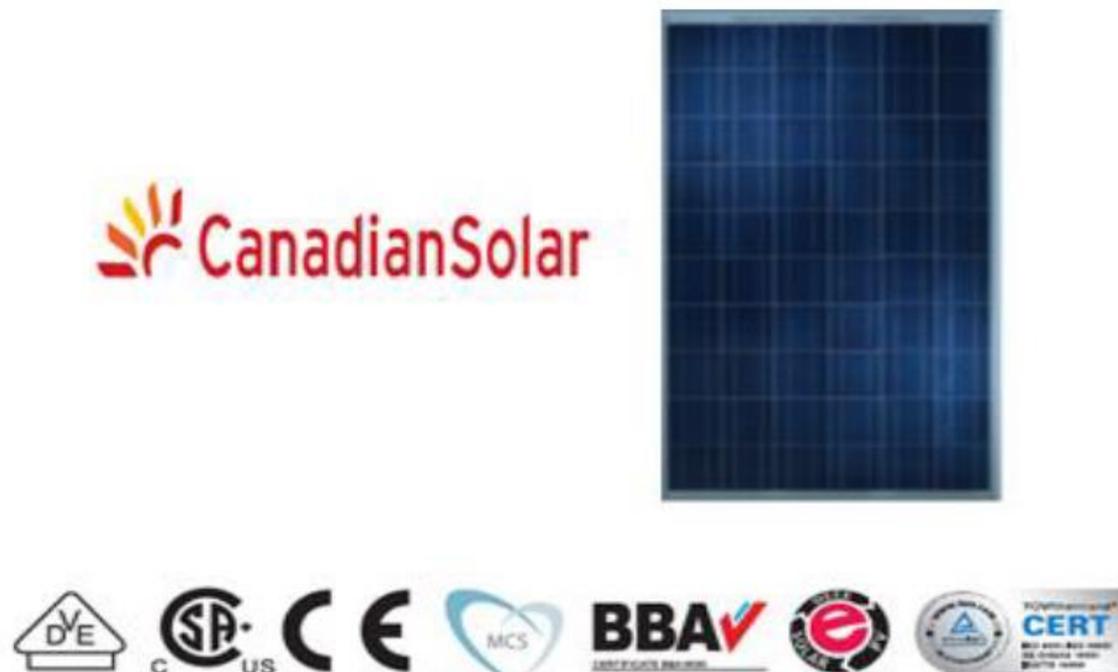
6,501° S; 36,149° O



Highcharts.com

## ANEXO IV

Figura 8 - Módulo fotovoltaico Canadian Solar CS6P 265P



Fonte: UFCG/CCTA, 2018

Figura 9 - Consumo/Eficiência Energética- Componentes Fotovoltaicos

**INMETRO** INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA  
PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA - MÓDULOS - Edição 01/2016

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

CLASSES	ÍNDICE DE MÓDULO		SILÍCIO CRISTALINO		FILMES FINOS	
	SILÍCIO CRISTALINO	FILMES FINO	TOTAL	%	TOTAL	%
A	EE > 13,5	EE > 9,5	472	86,3	14	56
B	13,5 >= > 13,0	9,5 >= > 7,5	23	4,2	3	12,0
C	13,0 >= EE > 12,0	7,5 >= EE > 6,5	27	4,9	1	4
D	12,0 >= EE > 11,0	6,5 >= EE > 5,5	8	1,5	3	12
E	EE < 11,0	EE < 5,5	17	3,1	4	16,0
			547	100	25	100

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Mais eficiente

Menos eficiente

Fonte: UFCG/CCTA, 2018

**Figura 10 - Características técnicas do Módulo Canadian Solar**

<b>Características Técnicas</b>	
<b>Marca</b>	Canadian Solar
<b>Modelo</b>	CS6P-265P
<b>Potência Nominal</b>	265 Wp
<b>Tensão de Máxima Potência (<math>V_{mpp}</math>)</b>	30,6 V
<b>Corrente de Máxima Potência (<math>I_{mpp}</math>)</b>	8,66 A
<b>Comprimento</b>	1,638 m
<b>Largura</b>	0,982 m
<b>Área do Módulo</b>	1,608 m <sup>2</sup>
<b>Corrente de Curto Circuito (<math>I_{sc}</math>)</b>	9,23 A
<b>Tensão de Circuito Aberto (<math>V_{oc}</math>)</b>	37,7 V
<b>Coefficiente de Temperatura <math>V_{oc}</math></b>	-0,31 %/°C
<b>Coefficiente de Temperatura <math>I_{sc}</math></b>	+ 0,053 %/°C
<b>Coefficiente de Temperatura da Potência</b>	-0,41 %/°C
<b>Coefficiente de eficiência</b>	16,47 %
<b>Peso</b>	18 kg

Fonte: UFCG/CCTA, 2018

**ANEXO V**  
**Payback Do Investimento**

Mês	DESC. Da conta de energia (corrigido 0.09%)	Desc. na conta de energia	Valor acumulado
<b>Investimento</b>	<b>-160.000</b>	<b>-160.000</b>	
0	1500	1500	1500
1	1498,65	1500	1498,65
2	1497,301215	1500	4495,951215
3	1495,953644	1500	7491,904859
4	1494,607286	1500	10486,51214
5	1493,262139	1500	13479,77428
6	1491,918203	1500	16471,69249
7	1490,575477	1500	19462,26796
8	1489,233959	1500	22451,50192
9	1487,893648	1500	25439,39557
10	1486,554544	1500	28425,95011
11	1485,216645	1500	31411,16676
12	1483,87995	1500	34395,04671
13	1482,544458	1500	37377,59117
14	1481,210168	1500	40358,80134
15	1479,877079	1500	43338,67841
16	1478,545189	1500	46317,2236
17	1477,214499	1500	49294,4381
18	1475,885006	1500	52270,32311
19	1474,556709	1500	55244,87982
20	1473,229608	1500	58218,10943
21	1471,903702	1500	61190,01313
22	1470,578988	1500	64160,59212
23	1469,255467	1500	67129,84758
24	1467,933137	1500	70097,78072
25	1466,611997	1500	73064,39272
26	1465,292047	1500	76029,68476
27	1463,973284	1500	78993,65805
28	1462,655708	1500	81956,31375
29	1461,339318	1500	84917,65307
30	1460,024112	1500	87877,67718
31	1458,710091	1500	90836,38728
32	1457,397251	1500	93793,78453
33	1456,085594	1500	96749,87012
34	1454,775117	1500	99704,64524
35	1453,465819	1500	102658,1111

Mês	DESC. Da conta de energia (corrigido 3.5%)	Desc. na conta de energia	Valor acumulado
<b>Investimento</b>	<b>-160.000</b>	<b>-160.000</b>	
36	1452,1577	1500	105610,2688
37	1450,850758	1500	108561,1195
38	1449,544992	1500	111510,6645
39	1448,240402	1500	114458,9049
40	1446,936986	1500	117405,8419
41	1445,634742	1500	120351,4766
42	1444,333671	1500	123295,8103
43	1443,033771	1500	126238,8441
44	1441,73504	1500	129180,5791
45	1440,437479	1500	132121,0166
46	1439,141085	1500	135060,1577
47	1437,845858	1500	137998,0035
48	1436,551797	1500	140934,5553
49	1435,2589	1500	143869,8142
50	1433,967167	1500	146803,7814
51	1432,676597	1500	149736,458
52	1431,387188	1500	152667,8452
53	1430,098939	1500	155597,9441
54	1428,81185	1500	158526,756
<b>55</b>	<b>1427,52592</b>	<b>1500</b>	<b>161454,2819</b>
56	1426,241146	1500	164380,523
57	1424,957529	1500	167305,4806
58	1423,675067	1500	170229,1556
59	1422,39376	1500	173151,5494
60	1421,113606	1500	176072,663

<b>Taxa de desconto</b>	0,0009
<b>VPL</b>	R\$ 246.655,59
<b>TIR</b>	13,26%

**ANEXO VI – Somatório das faturas mensal/anual dos *campi* UFCG**

<b>Ano 2015</b>								
<b>Mês/Campus</b>	<b>CG</b>	<b>Patos</b>	<b>Pombal</b>	<b>Sumé</b>	<b>Cuité</b>	<b>Cajazeiras</b>	<b>Sousa</b>	<b>Total mensal (R\$)</b>
<b>Janeiro</b>	R\$ 114.694,52	R\$ 20.551,89	R\$ 27.536,60	R\$ 20.642,94	R\$ 17.555,85	R\$ 30.983,25	R\$ 6.050,75	R\$ 238.015,80
<b>Fevereiro</b>	R\$ 221.944,32	R\$ 37.285,56	R\$ 38.764,02	R\$ 32.953,74	R\$ 33.776,07	R\$ 58.295,22	R\$ 8.774,76	R\$ 431.793,69
<b>Março</b>	R\$ 265.687,52	R\$ 39.825,71	R\$ 40.412,69	R\$ 38.328,58	R\$ 34.746,43	R\$ 66.318,07	R\$ 10.203,13	R\$ 495.522,13
<b>Abril</b>	R\$ 275.441,27	R\$ 39.735,88	R\$ 41.068,77	R\$ 35.348,00	R\$ 35.780,40	R\$ 63.401,36	R\$ 11.772,01	R\$ 502.547,69
<b>Maió</b>	R\$ 273.018,42	R\$ 42.483,71	R\$ 44.401,64	R\$ 39.102,17	R\$ 40.724,47	R\$ 75.708,80	R\$ 11.578,98	R\$ 527.018,19
<b>Junho</b>	R\$ 207.616,76	R\$ 22.984,59	R\$ 36.168,10	R\$ 26.493,90	R\$ 28.670,42	R\$ 41.375,08	R\$ 8.652,79	R\$ 371.961,64
<b>Julho</b>	R\$ 175.514,98	R\$ 24.507,27	R\$ 30.143,15	R\$ 22.710,14	R\$ 21.001,90	R\$ 35.423,93	R\$ 8.426,85	R\$ 317.728,22
<b>Agosto</b>	R\$ 180.144,14	R\$ 23.408,46	R\$ 28.623,05	R\$ 22.944,20	R\$ 21.615,55	R\$ 39.829,69	R\$ 9.710,08	R\$ 326.275,17
<b>Setembro</b>	R\$ 190.778,58	R\$ 26.631,39	R\$ 30.527,98	R\$ 24.194,25	R\$ 20.949,66	R\$ 43.205,18	R\$ 9.069,75	R\$ 345.356,79
<b>Outubro</b>	R\$ 213.909,79	R\$ 30.486,74	R\$ 36.036,96	R\$ 30.096,27	R\$ 29.222,14	R\$ 55.513,71	R\$ 9.846,37	R\$ 405.111,98
<b>Novembro</b>	R\$ 252.743,15	R\$ 31.857,21	R\$ 44.081,89	R\$ 39.680,80	R\$ 39.631,84	R\$ 84.036,00	R\$ 13.031,52	R\$ 505.062,41
<b>Dezembro</b>	R\$ 195.424,06	R\$ 41.157,62	R\$ 34.678,72	R\$ 28.660,24	R\$ 26.990,96	R\$ 72.074,28	R\$ 11.039,44	R\$ 410.025,32
<b>Total anual (R\$)</b>	R\$ 2.566.917,51	R\$ 380.916,03	R\$ 432.443,57	R\$ 361.155,23	R\$ 350.665,69	R\$ 666.164,57	R\$ 118.156,43	R\$ 4.876.419,03

<b>Ano 2016</b>								
<b>Mês/Campus</b>	<b>CG</b>	<b>Patos</b>	<b>Pombal</b>	<b>Sumé</b>	<b>Cuité</b>	<b>Cajazeiras</b>	<b>Sousa</b>	<b>Total mensal (R\$)</b>
<b>Janeiro</b>	R\$ 167.616,11	R\$ 23.747,11	R\$ 28.383,76	R\$ 24.639,01	R\$ 23.595,41	R\$ 43.883,23	R\$ 8.725,71	R\$ 320.590,34
<b>Fevereiro</b>	R\$ 241.794,08	R\$ 35.751,92	R\$ 37.044,54	R\$ 34.413,55	R\$ 35.344,56	R\$ 64.121,96	R\$ 9.107,99	R\$ 457.578,60
<b>Março</b>	R\$ 283.755,76	R\$ 36.402,82	R\$ 40.139,03	R\$ 36.137,15	R\$ 39.931,70	R\$ 70.651,70	R\$ 8.575,93	R\$ 515.594,09
<b>Abril</b>	R\$ 243.685,55	R\$ 40.247,66	R\$ 40.842,64	R\$ 37.590,77	R\$ 38.184,44	R\$ 58.425,19	R\$ 9.417,94	R\$ 468.394,19
<b>Mai</b>	R\$ 237.470,63	R\$ 36.411,66	R\$ 38.116,07	R\$ 33.943,63	R\$ 34.124,81	R\$ 62.912,19	R\$ 12.591,92	R\$ 455.570,91
<b>Junho</b>	R\$ 199.763,70	R\$ 28.467,94	R\$ 32.851,43	R\$ 28.029,72	R\$ 25.265,81	R\$ 45.804,11	R\$ 7.862,90	R\$ 368.045,61
<b>Julho</b>	R\$ 218.375,43	R\$ 37.743,80	R\$ 37.461,00	R\$ 30.769,26	R\$ 33.554,02	R\$ 62.189,91	R\$ 7.998,55	R\$ 428.091,97
<b>Agosto</b>	R\$ 218.122,94	R\$ 36.973,39	R\$ 35.919,71	R\$ 31.583,82	R\$ 30.277,73	R\$ 64.372,64	R\$ 8.844,88	R\$ 426.095,11
<b>Setembro</b>	R\$ 229.964,83	R\$ 34.954,70	R\$ 47.211,28	R\$ 38.129,77	R\$ 37.997,61	R\$ 67.995,56	R\$ 9.155,76	R\$ 465.409,51
<b>Outubro</b>	R\$ 219.849,25	R\$ 47.874,72	R\$ 42.662,11	R\$ 34.930,80	R\$ 33.126,81	R\$ 63.448,93	R\$ 8.691,31	R\$ 450.583,93
<b>Novembro</b>	R\$ 238.116,49	R\$ 40.616,91	R\$ 46.093,55	R\$ 26.942,67	R\$ 36.789,72	R\$ 69.828,86	R\$ 10.270,62	R\$ 468.658,82
<b>Dezembro</b>	R\$ 226.669,27	R\$ 45.214,64	R\$ 44.825,62	R\$ 26.151,91	R\$ 40.650,27	R\$ 49.024,22	R\$ 9.518,26	R\$ 442.054,19
<b>Total anual (R\$)</b>	R\$ 2.725.184,04	R\$ 444.407,27	R\$ 471.550,74	R\$ 383.262,06	R\$ 408.842,89	R\$ 722.658,50	R\$ 110.761,77	R\$ 5.266.667,27

<b>Ano 2017</b>								
<b>Mês/Campus</b>	<b>CG</b>	<b>Patos</b>	<b>Pombal</b>	<b>Sumé</b>	<b>Cuité</b>	<b>Cajazeiras</b>	<b>Sousa</b>	<b>Total mensal (R\$)</b>
<b>Janeiro</b>	R\$ 170.675,47	R\$ 32.123,31	R\$ 30.085,74	R\$ 23.654,27	R\$ 21.434,49	R\$ 70.614,27	R\$ 7.214,58	R\$ 355.802,13
<b>Fevereiro</b>	R\$ 247.756,74	R\$ 44.245,65	R\$ 41.499,38	R\$ 41.575,35	R\$ 40.641,78	R\$ 64.826,60	R\$ 9.017,23	R\$ 489.562,73
<b>Março</b>	R\$ 320.181,18	R\$ 47.124,82	R\$ 46.146,45	R\$ 46.692,24	R\$ 42.530,99	R\$ 73.579,44	R\$ 9.448,03	R\$ 585.703,15
<b>Abril</b>	R\$ 176.779,20	R\$ 32.089,84	R\$ 35.975,10	R\$ 40.978,18	R\$ 27.776,55	R\$ 56.622,02	R\$ 9.162,67	R\$ 379.383,56
<b>Mai</b>	R\$ 266.765,54	R\$ 39.746,33	R\$ 41.098,72	R\$ 37.633,47	R\$ 36.868,43	R\$ 70.456,77	R\$ 9.538,73	R\$ 502.107,99
<b>Junho</b>	R\$ 209.909,38	R\$ 40.997,33	R\$ 41.650,07	R\$ 33.906,67	R\$ 37.171,63	R\$ 59.610,31	R\$ 9.671,54	R\$ 432.916,93
<b>Julho</b>	R\$ 201.200,40	R\$ 41.428,05	R\$ 38.842,15	R\$ 28.105,80	R\$ 26.966,96	R\$ 61.314,59	R\$ 8.182,64	R\$ 406.040,59
<b>Agosto</b>	R\$ 235.669,67	R\$ 45.600,74	R\$ 41.381,79	R\$ 33.981,53	R\$ 38.762,82	R\$ 75.722,77	R\$ 10.475,59	R\$ 481.594,91
<b>Setembro</b>	R\$ 182.891,83	R\$ 37.727,15	R\$ 37.724,31	R\$ 35.452,37	R\$ 29.628,90	R\$ 66.715,71	R\$ 11.786,77	R\$ 401.927,04
<b>Outubro</b>	R\$ 235.775,67	R\$ 47.265,40	R\$ 48.646,76	R\$ 37.856,68	R\$ 40.484,05	R\$ 92.736,39	R\$ 13.470,43	R\$ 516.235,38
<b>Novembro</b>	R\$ 247.211,37	R\$ 65.566,84	R\$ 58.433,51	R\$ 47.576,50	R\$ 55.687,21	R\$ 100.932,45	R\$ 15.489,71	R\$ 590.897,59
<b>Dezembro</b>	R\$ 237.859,88	R\$ 50.637,86	R\$ 51.839,79	R\$ 42.610,31	R\$ 38.740,35	R\$ 80.181,27	R\$ 13.798,89	R\$ 515.668,35
<b>Total anual (R\$)</b>	R\$ 2.732.676,33	R\$ 524.553,32	R\$ 513.323,77	R\$ 450.023,37	R\$ 436.694,16	R\$ 873.312,59	R\$ 127.256,81	R\$ 5.657.840,35