



UNILAB

Universidade da Integração Internacional
da Lusofonia Afro-Brasileira

**INSTITUTO DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS**

PAULO CHRISTIAN QUEIROZ BRAGA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DAS CONTAS DE
ENERGIA E DA GERAÇÃO DE ENERGIA DA USINA DO CAMPUS DAS
AURORAS**

REDENÇÃO

2023

PAULO CHRISTIAN QUEIROZ BRAGA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DAS CONTAS DE
ENERGIA E DA GERAÇÃO DE ENERGIA DA USINA DO CAMPUS DAS
AURORAS**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energias.

Orientadora: Profa. Dra. Lígia Maria Carvalho Sousa.

REDENÇÃO

2023

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Braga, Paulo Christian Queiroz.

B813e

Estudo de caso: Análise do gerenciamento das contas de energia e da geração de energia da Usina do Campus das Auroras / Paulo Christian Queiroz Braga. - Redenção, 2023.

81f: il.

Monografia - Curso de Engenharia De Energias, Instituto De Engenharias E Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2023.

Orientadora: Profa. Dra. Lígia Maria Carvalho Sousa.

1. Usina fotovoltaica. 2. Geração distribuída. 3. Pós-venda.
I. Título

CE/UF/Dsibiuni

CDD 621.47

PAULO CHRISTIAN QUEIROZ BRAGA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DAS CONTAS DE
ENERGIA E DA GERAÇÃO DE ENERGIA DA USINA DO CAMPUS DAS
AURORAS**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energias.

Aprovado em: 06/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ligia Maria Carvalho Sousa (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof. Dr. Vandilberto Pereira Pinto

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof. Ma. Wyara Maria Carlos Souza Pontes

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

A Deus, por me dar forças para nunca parar de lutar.

Aos meus pais, Mary e Sérgio, que sempre me apoiaram a correr atrás dos meus sonhos e as minhas irmãs, Karol, Ayana e Maria, que elas compreendam a importância da educação em nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me permitir viver e concretizar meus sonhos e objetivos.

Aos meus pais que me inspiram em nunca desistir da busca por uma melhoria de vida.

À Profa. Dra. Lígia Maria Carvalho Sousa Cordeiro pelos momentos de orientação para que fosse possível termos este trabalho realizado e por não ter desistido de mim depois de tanta demora para finalização deste trabalho.

Ao corpo docente do curso de Engenharia de Energias da UNILAB que me fizeram ter a certeza do caminho que eu queria seguir.

Aos amigos de curso Inessa, Matheus, Thales, João Paulo, Levy, Dennys e Vitória que foram essenciais na jornada da universidade por nos apoiarmos nos bons e maus momentos vividos e fazer a experiência universitária ser menos pesada e difícil.

À Jamile por ter dividido tantas experiências dentro e fora da universidade e oportunidades desde o estágio, além de me inspirar por ser destemida nas decisões da sua carreira profissional.

Aos amigos da Inversion, da Sou Energy e da Livoltek que tanto me ensinaram e me apoiam em ser um profissional cada vez melhor.

Aos meus amigos de vida Nayara, Renato, Demar, Lívia, Érica, Michael, Lopes e Marcílio por terem compreendido meu distanciamento durante a vida em outra cidade, por me ajudarem no momento mais delicado da pandemia e serem um respiro de alívio por saber que tenho as pessoas que me amam e torcem por mim.

Ao meu namorado, Ramon, que viveu comigo todos esses anos de distância, com os meus dias de estresse e saudade, por ter me acolhido nos momentos de medo e insegurança com as incertezas que encontrei pelo caminho e por ter sido grande apoio até a finalização deste trabalho me incentivando a todo momento.

“As pessoas não são más, elas só estão perdidas. Ainda há tempo.” (Criolo)

RESUMO

O crescimento do mercado de energia solar no Brasil vem impactando diretamente na mudança da matriz energética do país com a adesão de milhares de consumidores à Geração Distribuída. Esta mudança trouxe desenvolvimento, oportunidades de novos negócios e expansão da geração de energia, porém, trouxe também o surgimento de muitas empresas inexperientes atuantes no setor que não investem com pós-venda. Com a falta de qualidade na prestação de serviço após a instalação das usinas, é possível se deparar com clientes que não sabem como acompanhar a geração de energia do seu sistema fotovoltaico ou entender como funciona a sua nova conta de energia para identificar algum erro da concessionária com relação a creditação da fatura. Neste trabalho foi utilizada a usina fotovoltaica de minigeração instalada no Campus das Auroras da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como objeto de estudo para análise da operação e gerenciamento da usina entre os anos de 2019 e 2022 a fim de identificar possíveis problemas relacionados à falta de suporte da empresa instaladora após instalação da usina e se houve alguma irregularidade nas contas de energia no mesmo período por parte da concessionária.

Palavras-chave: Usina fotovoltaica. Geração distribuída. Pós-venda.

ABSTRACT

The growth of the solar energy market in Brazil has had a direct impact on changing the country's energy matrix, with thousands of consumers joining Distributed Generation. This change brought development, new business opportunities and expansion of power generation, however, it also brought the emergence of many inexperienced companies operating in the sector that do not invest in after-sales. With the lack of quality in the provision of services after the installation of the plants, it is possible to come across customers who do not know how to monitor the energy generation of their photovoltaic system or understand how their new energy bill works to identify any error by the utility when crediting the invoice. In this work, the mini-generation photovoltaic plant installed on the Auroras Campus of the University of International Integration of Lusofonia Afro-Brasileira, was used as an object of study to analyze the operation and management of the plant between the years 2019 and 2022 in order to identify possible problems related to the lack of support from the installation company after the installation of the plant and if there was any irregularity in the energy bills in the same period by the utility.

Keywords: Photovoltaic plant. Distributed generation. After-sales.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Usina de Tauá	21
Figura 2 – Mapa das mesorregiões do Ceará	22
Figura 3 – Localização geográfica das usinas fotovoltaicas de GD no Ceará	24
Figura 4 – Componentes da tarifa de energia	29
Figura 5 – Dados gerais da unidade consumidora	32
Figura 6 – Mensagens importante da concessionária	32
Figura 7 – Dados de medição	33
Figura 8 – Descrição do faturamento	33
Figura 9 – Histórico de faturamento	33
Figura 10 – Inauguração da árvore solar do Campus das Auroras	35
Figura 11 – Mapa de localização da usina fotovoltaica via Google Maps	36
Figura 12 – Usina de minigeração fotovoltaica do Campus das Auroras	38
Figura 13 – Redução da conta de energia do Campus das Auroras	39
Figura 14 – Primeira utilização do crédito em energia (kWh)	40
Figura 15 – Saldo dos créditos em energia na pandemia	40
Figura 16 – Uso errado dos créditos em energia pela ENEL	41
Figura 17 – Dados da conta de energia 06/2021	44
Figura 18 – Dados da conta de energia 06/2022	44
Figura 19 – Dados da fatura 01/2021 com possível irregularidade	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Oferta interna de energia elétrica por fonte - 2012	16
Gráfico 2 – Oferta interna de energia elétrica por fonte - 2021	16
Gráfico 3 - Infográfico ABSOLAR - maio/2023	17
Gráfico 4 – Geração distribuída solar FV no Brasil por classe de consumo	18
Gráfico 5 – Distribuição da matriz energética do Ceará – 2015	20
Gráfico 6 – Distribuição da matriz energética do Ceará - 2023	20
Gráfico 7 – Ranking estadual de geração centralizada	23
Gráfico 8 – Quantidade anual de conexão no Ceará	24
Gráfico 9 – Gráfico de eficiência x anos de operação do módulo	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ranking estadual de geração distribuída	25
Tabela 2 – Ranking municipal de geração distribuída	25
Tabela 3 – Cronograma de implantação do sistema	38
Tabela 4 – Primeiros dados de geração registrados no monitoramento da usina	42
Tabela 5 – Geração anual da usina em 2022	42
Tabela 6 – Dados da geração mensal da usina no mês de maio de 2021	43
Tabela 7 – Dados da geração mensal da usina no mês de maio de 2022	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanco Energético Nacional
EE	Eficiência Energética
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GC	Geração Centralizada
GD	Geração Distribuída
IEDS	Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
MME	Ministério de Minas e Energia
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PERS	Programa Renovável Social
PMUC	Prédio de Múltiplas Unidades Consumidoras
REN	Resolução Normativa
SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
SIN	Sistema Integrado Nacional
TE	Tarifa de Energia
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
UC	Unidade Consumidora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	PROBLEMÁTICA	18
1.2	MOTIVAÇÃO E OBJETIVO	18
2	A ENERGIA SOLAR NO CEARÁ	20
2.1	CENÁRIO CEARENSE	20
2.2	A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO CEARÁ	23
3	AS RESOLUÇÕES NORMATIVAS DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR	26
3.1	RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012	26
3.2	RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2015	27
4	A CONTA DE ENERGIA COM GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	29
4.1	COMPOSIÇÃO DA TARIFA DE ENERGIA	29
4.1.1	Bandeira tarifária	29
4.1.2	Modalidades tarifárias	30
4.2	ANALISANDO A CONTA DE ENERGIA DO CAMPUS DAS AURORAS	31
4.2.1	A conta de energia do Campus das Auroras	31
5	USINA SOLAR FOTOVOLTAICA DO CAMPUS DAS AURORAS	34
5.1	HISTÓRICO DE AQUISIÇÃO DA USINA DO CAMPUS DAS AURORAS	34
5.2	DADOS TÉCNICOS DA USINA SOLAR DO CAMPUS DAS AURORAS	35
5.2.1	Detalhes da central geradora	35
5.2.2	Características dos equipamentos	36
<i>5.2.2.1</i>	<i>Módulo Fotovoltaico</i>	36
<i>5.2.2.2</i>	<i>Inversor</i>	37
5.2.3	Cronograma do projeto	38
5.2.4	Dados gerais da usina de minigeração fotovoltaica	38
6	ANÁLISE DO FATURAMENTO DA CONTA DE ENERGIA E OPERAÇÃO DA USINA DO CAMPUS DAS AURORAS	39
6.1	OBTENÇÃO DAS FATURAS DE ENERGIA ELÉTRICA E DOS DADOS DE GERAÇÃO DA USINA	39
6.2	ANÁLISES DA USINA DO CAMPUS DAS AURORAS	39
6.2.1	O uso dos créditos em energia (kWh) na compensação de energia	39
6.2.2	Geração de energia da usina e consumo do Campus das Auroras	41
<i>6.2.2.1</i>	<i>Geração anual</i>	42
<i>6.2.2.2</i>	<i>Período da pandemia versus período normal de atividade do Campus das Auroras</i>	43
6.2.3	Possíveis irregularidades na conta de energia	45
7	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	48
	ANEXO A – CONTA DE ENERGIA DA UNILAB - CAMPUS DAS AURORAS	52

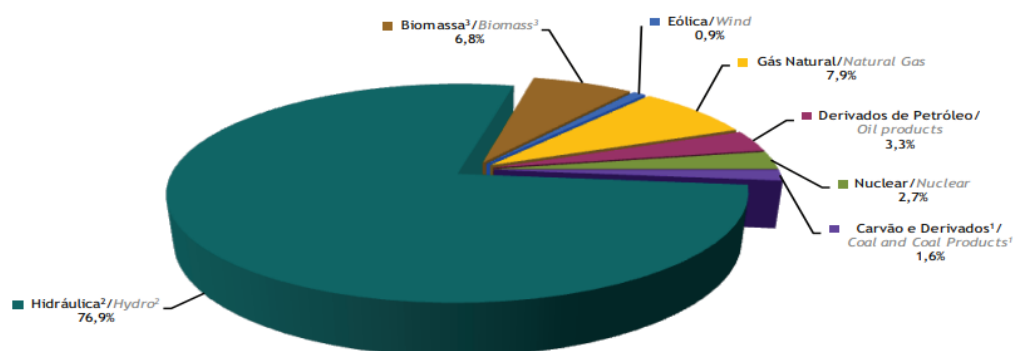
ANEXO B – MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DA USINA FOTOVOLTAICA DO CAMPUS DAS AURORAS	53
ANEXO C – DATASHEET DO MÓDULO FOTOVOLTAICO	76
ANEXO D – DATASHEET DO INVERSOR	78

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico, mais demanda por energia vem crescendo ao longo dos anos devido ao uso de mais equipamentos elétricos. Os países vêm passando por essa mudança de comportamento da sociedade quanto ao uso de energia elétrica e isso vem fazendo com que as nações busquem novas formas de geração de energia que causem menos danos ao meio ambiente e que também sejam mais viáveis economicamente (DA ROSA; GASPARIN, 2017).

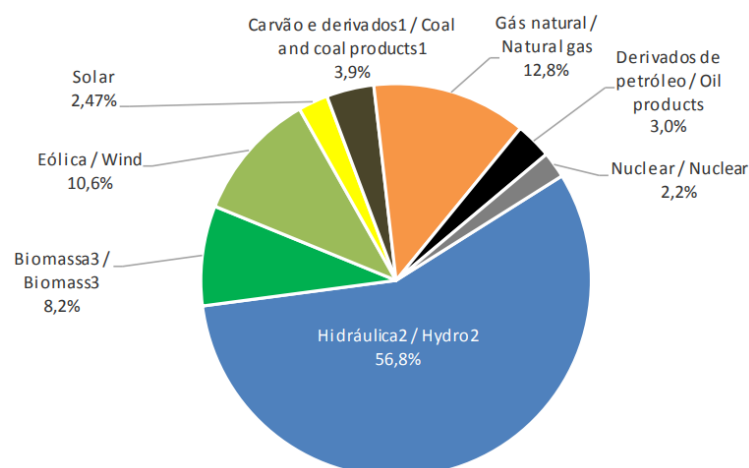
O Brasil, país onde grande parte da sua matriz energética é composta pela geração de energia por fonte hidráulica, vem modificando e diversificando sua matriz energética há anos. Isso pode ser visto nos Gráficos 1 e 2 retirados dos Balanços Energéticos Nacional (BEN) de 2013 e 2022.

Gráfico 1 – Oferta interna de energia elétrica por fonte - 2012



Fonte: BEN (2013).

Gráfico 2 – Oferta interna de energia elétrica por fonte - 2021

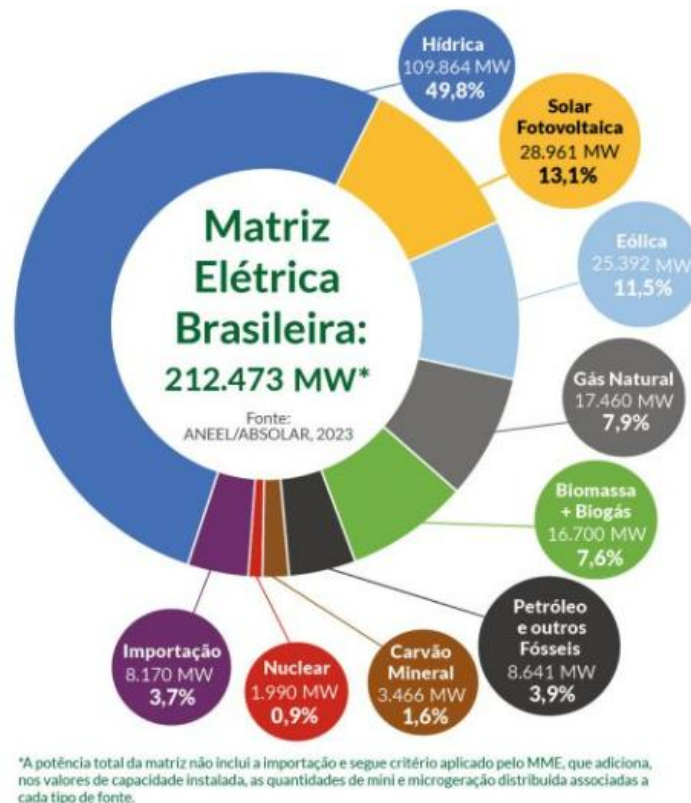


Fonte: BEN (2022).

Nos últimos anos, houve um aumento no uso de novas fontes de energia renovável para gerar eletricidade no Brasil, com o objetivo de diversificar a matriz energética do país e reduzir sua dependência de hidrelétricas e termelétricas. Entre elas, destaca-se a geração de energia solar presente no BEN 2022, com 2,47% de participação.

Neste ano, a energia solar fotovoltaica se tornou a segunda maior fonte de energia da matriz energética brasileira. Até o momento, ela já ultrapassou a marca de 29 GW de potência instalada entre usinas de grande porte e sistemas de geração própria de energia, superando a energia eólica, de acordo com a ABSOLAR. Abaixo, no Gráfico 3, temos o último infográfico da ABSOLAR lançado dia 5 de maio de 2023.

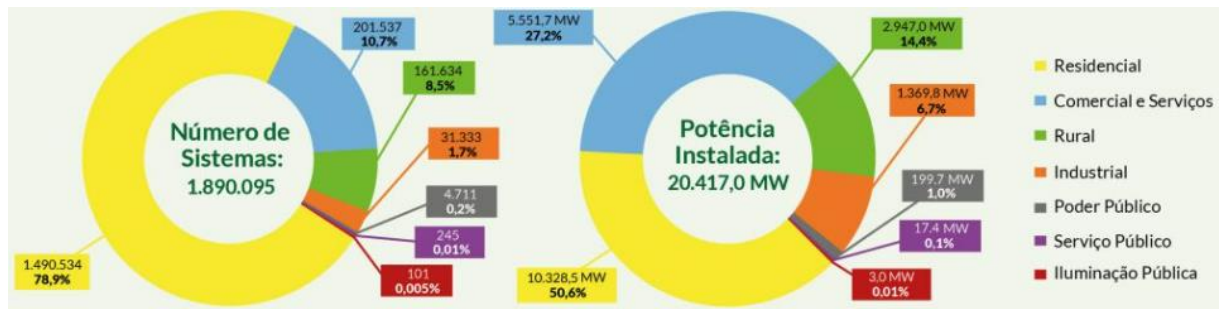
Gráfico 3 - Infográfico ABSOLAR - maio/2023



Fonte: ANEEL/ABSOLAR (2023).

Esse crescimento exponencial no setor de energia solar tem sido impulsionado pela Geração Distribuída (GD), principalmente pela classe de consumidores residenciais que compõem aproximadamente 79% de todos os sistemas de GD instalados no país. No Gráfico 4 é possível ver a proporção das classes de consumidores de GD apresentado pelo último infográfico disponibilizado pela ABSOLAR (maio/2023).

Gráfico 4 – Geração distribuída solar FV no Brasil por classe de consumo



Fonte: ANEEL/ABSOLAR (2023).

Com esse crescimento exponencial do setor de solar, centenas de empresas instaladoras de usinas de energia solar fotovoltaica com foco em GD surgiram no mercado. Tais empresas contam com setor de engenharia bem estruturado, porém, 48% dessas empresas não utilizam ferramentas para o pós-venda, assim como 47% delas não avaliam a satisfação do cliente no pós-venda (GREENER, 2022).

1.1 PROBLEMÁTICA

Muitos clientes têm tido dificuldade no acompanhamento do seu sistema em operação, como, por exemplo, entender a conta de energia que vem com mais campos informativos por conta da sua usina fotovoltaica. Além disso, a grande maioria não consegue identificar se a concessionária está faturando a conta de energia como esperado, pois a empresa instaladora não presta esse suporte de pós-venda.

1.2 MOTIVAÇÃO E OBJETIVO

A partir dessa situação, este trabalho é motivado em fazer uma verificação se a empresa instaladora tem auxiliado a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) com o seu setor de pós-venda e se a ENEL, concessionária que administra o estado do Ceará, está fazendo seu trabalho de forma correta quanto ao faturamento das contas de energia do Campus das Auroras, local onde a usina de minigeração com potência instalada de 254,21 kWp se encontra instalada.

O objetivo é analisar os dados da geração de energia da usina do Campus das Auroras e comparar com a estimativa do projeto inicial, conferir se a energia consumida e injetada na rede de distribuição está conforme o faturamento das contas de energia da usina a fim de identificar

possíveis erros na compensação de energia e irregularidades, se houver, e, por fim, fazer um breve comparativo do cenário de consumo durante a pandemia e pós pandemia.

Nos capítulos a seguir será abordado o panorama da energia solar no Ceará (capítulo 2), as resoluções normativas do setor de energia solar (capítulo 3), a composição da conta de energia elétrica (capítulo 4), a usina do Campus das Auroras e suas características técnicas (capítulo 5) e a análise da operação da usina das Auroras e do faturamento das contas de energia elétrica do campus (capítulo 6).

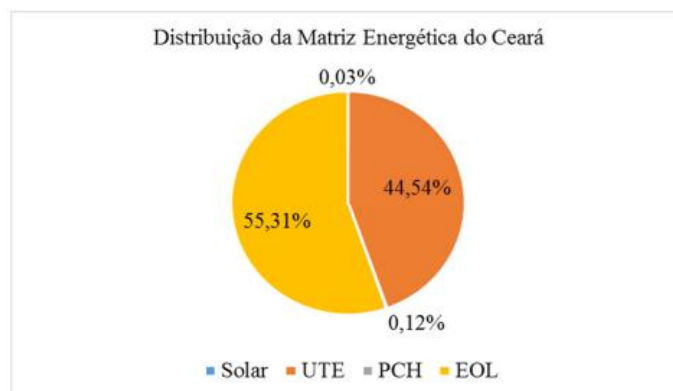
2 A ENERGIA SOLAR NO CEARÁ

2.1 CENÁRIO CEARENSE

O Ceará está localizado no nordeste brasileiro e assim como a região, o estado sofre com períodos de estiagem muito longos que afetam os reservatórios da sua rede hídrica. Por conta disso, o estado não tem muito potencial hidráulico para a geração de energia elétrica, havendo a necessidade de diversificar a sua matriz elétrica para continuar atendendo a demanda energética de forma sustentável, diminuindo, assim, os impactos ambientais (MELO, 2018).

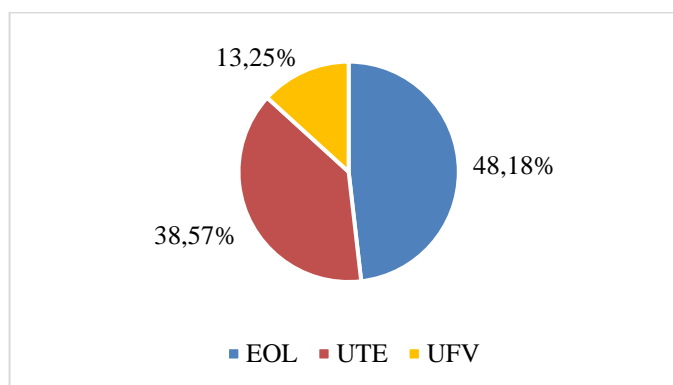
Há muitos anos o estado cearense tinha a sua matriz composta em sua grande maioria pelas usinas térmicas, mas nos anos recentes esse cenário vem se modificando conforme as energias renováveis foram tomando mais atenção e espaço no Brasil. Esta mudança pode ser compreendida ao comparar os Gráficos 5 e 6 abaixo sobre a distribuição da matriz energética cearense em um intervalo de 8 anos.

Gráfico 5 – Distribuição da matriz energética do Ceará – 2015



Fonte: Santos (2015).

Gráfico 6 – Distribuição da matriz energética do Ceará - 2023



Fonte: ANEEL (2023).

Como é perceptível, a inserção da energia solar fotovoltaica no Ceará vem crescendo exponencialmente conforme acontece nos demais estados brasileiros. Assim, a matriz energética cearense caminha para se tornar cada vez mais sustentável por conta do seu potencial eólico e solar.

A primeira usina de grande porte que foi instalada no Brasil, em 2011, está localizada em Tauá, no sertão cearense, como pode ser visto na Figura 1. Ela é composta por 4.680 painéis que somam uma potência inicial de 1 MW numa área de 12.000 m².

Figura 1 – Usina de Tauá



Fonte: Eneva (2011).

Hoje o estado conta com 5.350,5 MW de potência instalada, representando 2,65% da matriz energética do Brasil que, até o momento, possui 201.975 MW de potência instalada de acordo com o ONS (2023). São 161 usinas em operação no Ceará, onde 31 usinas são de energia solar fotovoltaica, para geração centralizada (GC), contabilizando 708,96 MW de potência instalada.

De acordo com Simioni (2017) a geração centralizada é caracterizada por usinas de médio ou grande porte, que ficam distantes do centro consumidor, são conectadas à rede de alta tensão e normalmente possuem potência acima de 5 MW.

Segundo o Atlas Eólico e Solar do Ceará (2019), a capacidade instalável total solar não urbana do estado é de 643 GW entre áreas degradadas e não degradadas para a GC e geração distribuída rural. Dentro dessa análise, dentre todas as 7 mesorregiões apresentadas no estudo, como

mostrado na Figura 2, a mesorregião dos sertões cearenses é a que se destaca com grande capacidade instalável de 222,3 GW_p, tendo a microrregião do Sertão de Crateús como o destaque dentre as microrregiões do estado com capacidade instalável de 81,7 GW_p.

Figura 2 – Mapa das mesorregiões do Ceará

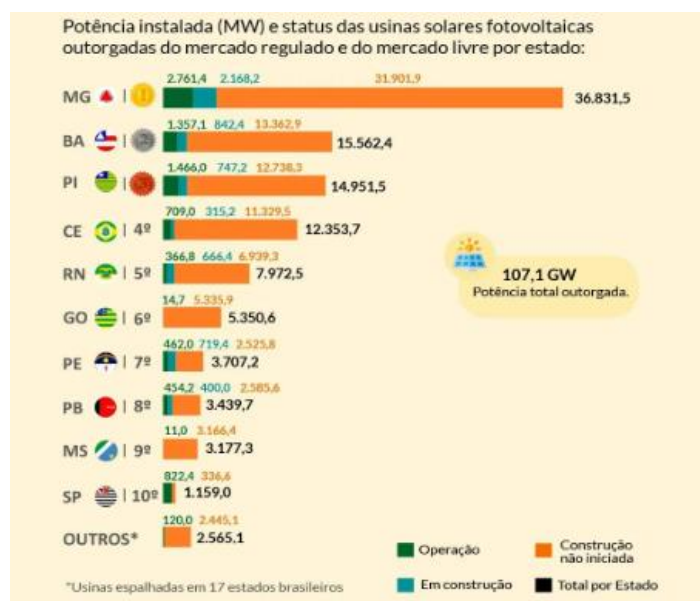


Fonte: ADECE (2019).

Segundo o levantamento feito pela ABSOLAR no seu último infográfico (maio/2023) utilizando os dados da ANEEL, o Ceará hoje ocupa o 4º lugar no ranking dos estados com maiores potências instaladas de GC entre usinas em operação, além das usinas com construção iniciada e não iniciada.

Como pode ser visto no Gráfico 7, atualmente o estado possui aproximadamente 709 MW de usinas em operação, 315,2 MW de usinas em construção e 11.329,5 MW de usinas em construção não iniciadas. Tudo isso, totalizando 12.353,7 MW mantendo o estado cearense atrás apenas de Minas Gerais, Bahia e Piauí.

Gráfico 7 – Ranking estadual de geração centralizada



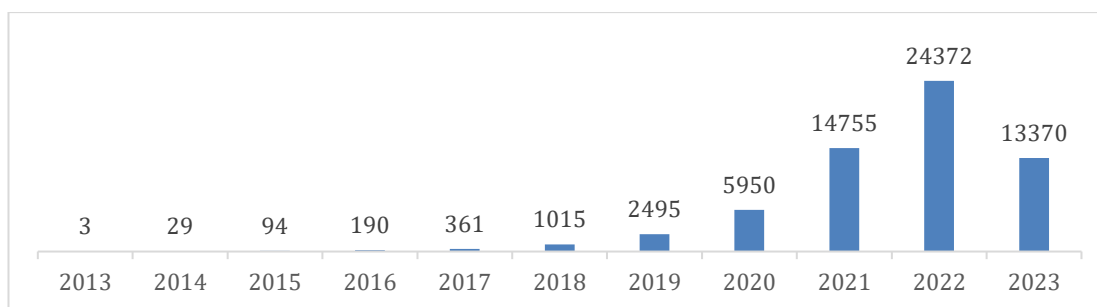
Fonte: ANEEL/ABSOLAR (2023).

2.2 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO CEARÁ

Assim como o estado cearense tem grande capacidade instalável para usinas GC, ele também tem grande potencial para a GD. De acordo com o Atlas Eólico e Solar do Ceará (2019), o Ceará tem 1,46 GW de capacidade instalável para a geração distribuída na zona urbana.

A geração distribuída é definida por uma usina fotovoltaica localizada próxima ao consumidor final a fim de atender o seu consumo próprio, que pode gerar energia excedente para comercializar através da conexão com a rede elétrica (SIMIONI, 2017).

Em 2013, as primeiras usinas solares fotovoltaicas para geração distribuída foram instaladas no estado e conforme o mercado solar foi contando com normas regulamentadoras e incentivos, o aumento de usuários de GD foi crescendo ano a ano. No Gráfico 8, é apresentada a quantidade de novos consumidores desde 2013 até o dado momento de acordo com os dados apresentados no SISGD da ANEEL.

Gráfico 8 – Quantidade anual de conexão no Ceará

Fonte: ANEEL (2023).

Até o momento, o estado cearense conta com um total de 62.634 unidades consumidoras de GD presentes em todos os 184 municípios. Além disso, 78.961 unidades consumidoras estão aptas a receber créditos de energia de acordo com a ANEEL. A diferença no número de UCs que recebem tais créditos é devido a alguns consumidores possuírem os seus sistemas homologados na concessionária de energia na modalidade de autoconsumo remoto, uma espécie de geração compartilhada, que surgiu a partir das normas regulamentadoras que serão discutidas no capítulo seguinte.

A Figura 3, a seguir, apresenta as localizações geográficas de todas as usinas fotovoltaicas no estado do Ceará.

Figura 3 – Localização geográfica das usinas fotovoltaicas de GD no Ceará

Fonte: ANEEL (2023).

Até o momento, o Ceará está em 11º lugar no ranking estadual da geração distribuída com 687,1

MW. Fortaleza, capital do estado, é o principal município com a potência instalada de 172 MW e é a 6ª cidade do Brasil com a maior capacidade instalada de acordo com a ANEEL. No Nordeste, o estado cearense só está atrás do estado baiano e a cidade de Fortaleza segue atrás de Teresina, capital do Piauí, no total da potência instalada de acordo com as Tabelas 1 e 2, retiradas do SISGD da ANEEL.

Tabela 1 – Ranking estadual de geração distribuída

UF2	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
SP	319.726	372.383	2.901.478,83
MG	246.066	326.948	2.778.684,10
RS	249.162	331.405	2.208.700,24
PR	167.983	230.777	2.044.748,56
SC	79.324	93.308	1.397.479,40
MT	87.864	101.842	1.240.692,30
BA	101.806	158.299	916.917,24
MS	72.704	105.069	786.220,20
GO	68.540	87.312	770.599,82
RJ	88.285	103.282	749.767,10
CE	62.634	78.961	687.106,92

Fonte: ANEEL (2023).

Tabela 2 – Ranking municipal de geração distribuída

MUNICUF	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Florianópolis - SC	36.244	36.600	854.536,30
Brasília - DF	15.606	16.992	270.329,96
Campo Grande - MS	22.013	30.036	203.177,89
Cuiabá - MT	18.062	20.073	196.251,31
Teresina - PI	17.621	23.430	176.372,36
Fortaleza - CE	17.459	21.601	172.056,80

Fonte: ANEEL (2023).

3 AS RESOLUÇÕES NORMATIVAS DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

Para que o mercado de geração distribuída chegasse ao patamar atual, foram necessários que estudos e análises fossem feitos e resoluções aprovadas ao longo dos anos para que o setor pudesse ter mais incentivos para crescer e, assim, a GD pudesse ser mais pulverizada no país.

Essas resoluções, como a REN 482/2012, estabeleceram condições para o acesso a micro e minigeração, de modo geral, permitindo uma melhor viabilidade financeira para essa tecnologia ser desenvolvida no país, graças ao modelo de compensação (FONTES, 2020).

Nas subseções a seguir serão apresentadas as resoluções normativas 482/2012 e a 687/2015, que impulsionaram o mercado de geração distribuída de energia no Brasil.

3.1 RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012

A REN 482/2012 trouxe definições, formas de acesso aos sistemas de distribuição e o sistema de compensação de energia elétrica que foram levadas em consideração mediante as contribuições recebidas na Consulta Pública nº 15/2010, realizada por r intercâmbio documental no período de 10 de setembro a 9 de novembro de 2010, e as contribuições recebidas na Audiência Pública nº 42/2011, realizadas no período de 11 de agosto a 14 de outubro de 2011.

Para Fontes (2020, p. 4), “essa regulamentação proporcionou a popularização da tecnologia fotovoltaica no país, [...] e pôs fim à necessidade de sistemas de armazenamento em baterias que inviabilizavam financeiramente o uso dos sistemas fotovoltaicos.”

Adiante, seguem os principais pontos da resolução normativa 482/2012, como definições, acesso ao sistema de distribuição e do sistema de compensação de energia elétrica, respectivamente:

- Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2012, Art. 2º, §1º);
- Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW para fontes com base em energia hidráulica,

solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2012, Art. 2º, §2º);

- Sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa gerada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída compense o consumo de energia elétrica ativa (ANEEL, 2012, Art. 2º, §3º);
- As distribuidoras deverão adequar seus sistemas comerciais e elaborar ou revisar normas técnicas para tratar do acesso de microgeração e minigeração distribuída, utilizando como referência os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, as normas técnicas brasileiras e, de forma complementar, as normas internacionais (ANEEL, 2012, Art. 3º);
- O prazo para a distribuidora efetuar as alterações de que trata o *caput* e publicar as referidas normas técnicas em seu endereço eletrônico é de 240 (duzentos e quarenta) dias, contados da publicação desta Resolução (ANEEL, 2012, Art. 3º, §1º);
- Após o prazo do §1º, a distribuidora deverá atender às solicitações de acesso para microgeradores e minigeradores distribuídos nos termos da Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST (ANEEL, 2012, Art. 3º, §2º);
- Para fins de compensação, a energia ativa injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora, será cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito em quantidade de energia ativa a ser consumida por um prazo de 36 (trinta e seis) meses (ANEEL, 2012, Art. 6º, §1º).

Apesar da resolução que visa expandir o mercado de energia solar, estudos mostram que a redução do faturamento nas unidades que geram sua própria energia pode levar ao repasse dos custos da rede aos consumidores cativos (SIQUEIRA et al., 2020).

A REN 482/2012 foi revista e sofreu algumas alterações pela REN 687/2015, que será apresentada na subseção seguinte.

3.2 RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2015

A REN 687, em 24 de novembro de 2015, trouxe alterações e melhorias para a REN 482/2012 através das contribuições recebidas na Audiência Pública nº 026/2015, realizada entre 7 de maio e 22 de junho de 2015, onde a ANEEL autorizou essas melhorias através da resolução. Além de alteração nos Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST, tais mudanças

entraram em vigor a partir de 01 de março de 2016. Entre elas temos a alteração dos limites de potência de até 75 kW para microgeração e de 75 kW a 5 MW para minigeração e do tempo máximo para a concessionária de energia conectar usina de até 75 kW de potência nominal sendo de até 34 dias.

Além disso, teve a adição dos prédios de múltiplas unidades consumidoras (PMUC) no acesso à micro e minigeração permitindo que a energia gerada possa ser dividida entre os condôminos com rateio definido pelos próprios consumidores. Houve a criação da geração compartilhada que é caracterizada pela reunião de diversos consumidores em um consórcio ou em uma cooperativa para instalarem uma micro ou minigeração distribuída e utilizarem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados.

Outras melhorias que ampliaram os benefícios da GD foram a mudança no prazo de uso dos créditos de energia de 36 meses para até 60 meses, agora com a possibilidade de utilizar esses créditos para abater o consumo de outras unidades consumidoras, como matriz ou filial, do mesmo titular que estejam em outros locais, mas que ainda seja na área de cobertura da mesma concessionária de energia. Este modo de uso dos créditos de energia foi chamado de “autoconsumo remoto”.

Atualmente está em vigor a Lei nº 14.300 de 06 de janeiro de 2022, que institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa Renovável Social (PERS). Porém, segundo o Art. 26, inciso I, da referida Lei, as disposições constantes do art. 17 desta Lei não se aplicam até 31 de dezembro de 2045 para unidades beneficiárias da energia oriunda de microgeradores e minigeradores existentes na data de publicação desta Lei (BRASIL, 2022).

Dessa forma, a usina que será objeto de estudo deste trabalho está em operação desde 2019 e não estará sujeita às transições trazidas pela Lei nº 14.300 até 31 de dezembro de 2045.

4 A CONTA DE ENERGIA COM GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

O usuário de geração distribuída (GD) encontrará uma fatura de energia diferente da época em que era apenas um consumidor cativo, com menos informações. Agora, é importante compreender a composição tarifária da nova fatura para entender melhor a economia alcançada e os custos mensais cobrados pelas concessionárias de energia elétrica. (COSTA, 2021).

4.1 COMPOSIÇÃO DA TARIFA DE ENERGIA

Basicamente a conta de energia contempla os custos do gerador, onde é feita a compra de energia; os custos da transmissora referente à transmissão da energia comprada; os custos dos serviços prestados pela distribuidora que faz a distribuição a partir da subestação para os destinos finais e, por fim, os encargos setoriais. Além disso, também é adicionado à conta os tributos instituídos por lei dos Governos Federal, Estadual e Municipal, tais como, PIS (Programa de Integração Social)/COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social), ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) e Contribuição para Iluminação Pública (CIP).

Todos os custos e encargos citados anteriormente estão organizados em dois grupos: Tarifa de Energia - TE e Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição - TUSD que estão representados na Figura 4.

Figura 4 – Componentes da tarifa de energia



Fonte: ANEEL - PRORET (2022).

4.1.1 Bandeira tarifária

Há um outro custo associado à conta de energia que sinaliza os custos reais da geração de energia aos consumidores de energia elétrica. Antigamente, esse valor era repassado até um ano depois durante o reajuste tarifário seguinte, mas, desde 2015, esse custo é apresentado de forma transparente na conta quando foi criado o Sistema de Bandeiras Tarifárias. As cores das Bandeiras (verde, amarela ou vermelha) indicam se o custo da geração de energia, nas condições atuais, custará mais ou menos (ANEEL, 2023).

A Bandeira Tarifária é aplicada a todos os consumidores cativos das distribuidoras, exceto aqueles localizados em sistemas isolados que não fazem parte do SIN - Sistema Integrado Nacional. Abaixo é apresentado o significado de cada cor e quanto cada uma custa de acréscimo na tarifa:

- Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;
- Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,01874 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- Bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,03971 para cada quilowatt-hora kWh consumido;
- Bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,09294 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

4.1.2 Modalidades tarifárias

As modalidades tarifárias, segundo consta na REN nº 1000/2021 da ANEEL e do Módulo 7 do PRORET (Procedimentos de Regulação Tarifária), são o conjunto de tarifas aplicáveis ao consumo de energia elétrica e à demanda de potência ativa de acordo com o Grupo Tarifário (ANEEL, 2022).

Adiante temos os grupos tarifários e as suas respectivas modalidades tarifárias:

- Grupo A: unidades consumidoras de Alta Tensão (Subgrupos A1, A2 e A3), Média Tensão (Subgrupos A3a e A4) e de sistemas subterrâneos (Subgrupo AS).
 - Horário Azul: tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários). Disponibilizada para todos os subgrupos do grupo A; e
 - Horário Verde: tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários), e de uma única tarifa de demanda de potência. Disponível para os subgrupos A3a, A4 e AS.
- Grupo B: unidades consumidoras da Baixa Tensão, das Classes Residencial (Subgrupo B1), Rural (B2), Demais Classes (B3) e Iluminação Pública (B4).
 - Convencional Monômnia: tarifa única de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia; e

- Horária Branca: tarifa diferenciada de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários). Não está disponível para o subgrupo B4 e para a subclasse Baixa Renda do subgrupo B1.
- Demais acessantes:
 - Distribuição: tarifa aplicada às distribuidoras que acessam outras distribuidoras. Caracterizada por tarifa horária de demanda de potência e consumo de energia para o grupo A, e de tarifa de consumo de energia única para o grupo B; e
 - Geração: tarifas aplicadas às centrais geradoras que acessam os sistemas de distribuição, caracterizada por tarifa de demanda de potência única.

Na subseção seguinte é analisada a conta de energia do Campus das Auroras que possui usina fotovoltaica e a partir dela identificar os campos para análise.

4.2 ANALISANDO A CONTA DE ENERGIA DO CAMPUS DAS AURORAS

Nesta subseção é apresentada algumas partes da conta de energia do Campus das Auroras para identificação e descrição de cada campo apresentado na fatura, que compreende o consumo, injeção e geração dos créditos de energia, além de outras informações para identificação da unidade consumidora. A conta de energia completa está disponível no ANEXO A deste trabalho.

4.2.1 A conta de energia do Campus das Auroras

A concessionária responsável pela distribuição e faturamento da energia elétrica do campus é a ENEL que, desde outubro de 2021, vem discriminando na conta de energia, no campo “DESCRIÇÃO DO FATURAMENTO”, os custos que compõem a tarifa - TE e TUSD (ENEL, 2021).

O Campus das Auroras é um grande empreendimento da UNILAB que tem uma grande demanda de energia, por isso, a universidade tem contrato de demanda com a ENEL e essa demanda está presente nos custos da fatura. No último ano, o modelo da fatura de energia elétrica da ENEL sofreu uma mudança de layout, então, este último modelo será o utilizado para apresentação dos campos a seguir.

- 1- Informações gerais sobre a unidade consumidora: Os campos da parte superior da conta de energia apresentam os dados gerais da UC, tais como, endereço, número de

identificação, classificação (grupo tarifário), fornecimento (mono, bi ou trifásico), dados de vencimento da fatura e datas de leitura (anterior, atual e a próxima). Isso tudo pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – Dados gerais da unidade consumidora

Companhia Energética do Ceará
Rua Padre Valdevino, 150
Fortaleza - CE - CEP: 60135-040
CNPJ: 07.047.251/0001-70 - CGF: 06.105.848-3

DOCUMENTO AUXILIAR DA NOTA FISCAL DE ENERGIA ELÉTRICA ELETRÔNICA

CLASSIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA	TIPO DE FORNECIMENTO	DATAS DE LEITURA	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	Nº DE DIAS	PRÓXIMA LEITURA
A4 HOROSAZONAL VERDE - Poder Público Poder público Federal	TRIFÁSICO		01/03/2022	01/04/2022	31	01/05/2022

UNIV DA INTEG INTER DA LUSOFONI AFRO-BRA
RU JOSÉ FRANCO DE OLIVEIRA
CENTRO ACARAPE CE
CEP: 62785-000
CPF/CNPJ: 12.397.930/0001-00 INSC. EST: ISENT0

INSTALAÇÃO / UNID. CONSUMIDORA

Nº DO CLIENTE

INFORMAÇÕES FISCAIS

NOTA FISCAL Nº 009076734 - SÉRIE 001 / DATA DE EMISSÃO: 06/04/2022

MES/ANO	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR

Fonte: Acervo UNILAB (2022).

- 2- Mensagens importantes: esse campo apresenta informações sobre a bandeira tarifária que está vigente no período da leitura, algum erro de sistema da concessionária, créditos de energia (energia injetada, saldo utilizado, saldo atualizado e o que estiver a expirar) como consta na Figura 6.

Figura 6 – Mensagens importante da concessionária

MENSAGENS IMPORTANTES

Períodos: Band. Tarif.: ESCASSEZ-HÍDRICA : 02/03 - 01/04 'Prezado cliente, devido a um problema sistêmico sua conta teve vencimento postergado o que poderá acarretar duplo vencimento no próximo mês. Caso queira, entre em contato com nossos canais de atendimento, temos um parcelamento disponível para você. 'Prezado cliente, devido a um problema sistêmico sua conta teve vencimento postergado o que poderá acarretar duplo vencimento no próximo mês. Caso queira, entre em contato com nossos canais de atendimento, temos um parcelamento disponível para você. Anel determina a partir de 01.12.2021 bandeira verde para consumidores tarifa social lx renda (sem acréscimo na conta), e permanece bandeira escassez hídrica no valor de 0,1420 aos demais consumidores Energia Injetada HFP no mês: 8.634,00 kWh. Saldo utilizado no mês: 8.634,00 kWh. Saldo atualizado: 0 kWh. Créditos a Expirar no próximo mês: 0 kWh.

Fonte: Acervo UNILAB (2022).

- 3- Dados de medição: dados atualizados durante a medição do leiturista que apresenta as informações da leitura anterior e a atual em cada posto tarifário (hora ponta e hora fora ponta), tais como, energia ativa, reativa e injetada e demanda faturada e reativa (quando a UC tem um alto consumo de energia, sempre há o contrato de demanda para disponibilizar de forma contínua a energia ao empreendimento) nas suas respectivas grandezas, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 – Dados de medição

DADOS DE MEDIÇÃO						
Medidor	Grandezas	Postos Tarifários	Leitura Anterior	Leitura Atual	Const. Medidor	Consumo kWh
5250816-LDG-664	Energia Ativa-kWh	FORA PONTA	468.994,00	487.940,00	1.0000	18.946,00
5250816-LDG-664	Energia Ativa-kWh	PONTA	206.879,00	209.679,00	1.0000	2.800,00
5250816-LDG-664	Demanda Faturada-kW	FORA PONTA	6.667,28	6.834,44	1.0000	167,16
5250816-LDG-664	Demanda Faturada-kW	PONTA	6.578,04	6.677,16	1.0000	99,12
5250816-LDG-664	Demanda Reativa-kVar	FORA PONTA	5.055,74	5.157,80	1.0000	102,06
5250816-LDG-664	Demanda Reativa-kVar	PONTA	5.849,76	5.913,39	1.0000	63,63
5250816-LDG-664	Energia Injetada-kWh	FORA PONTA	458.663,00	467.297,00	1.0000	8.634,00
5250816-LDG-664	Energia Injetada-kWh	PONTA	0,00	0,00	1.0000	0,00
5250816-LDG-664	Energia Reativa-kVArh	FORA PONTA	184.832,00	186.547,00	1.0000	1.715,00
5250816-LDG-664	Energia Reativa-kVArh	PONTA	20.784,00	20.802,00	1.0000	18,00

Fonte: Acervo UNILAB (2022).

- 4- Descrição do faturamento: neste campo é apresentado o custo em reais (R\$) de cada item apresentado na fatura separando os custos da TE e TUSD, do adicional da bandeira tarifária quando está ativa, do consumo de reativos e da demanda, conforme a Figura 8 apresenta.

Figura 8 – Descrição do faturamento

DESCRIÇÃO DO FATURAMENTO									
Itens de Fatura	Unid.	Quant.	Preço unit (R\$) com tributos	Valor (R\$)	PIS/COFINS	Base Calc ICMS (R\$)	Alíquota ICMS	ICMS	Tarifa unit (R\$)
Energia Atv Forn F Ponta TE	kWh	18.946,000	0,35053	6.641,21	214,28	6.641,21	27,00%	1.793,12	0,24458
Energia Atv Forn F Ponta TUSD	kWh	18.946,000	0,08629	1.634,89	52,74	1.634,89	27,00%	441,42	0,06021
Energia Atv Forn Ponta TE	kWh	2.800,000	0,56753	1.589,08	51,26	1.589,08	27,00%	429,05	0,39599
Energia Atv Forn Ponta TUSD	kWh	2.800,000	1,71591	4.804,56	155,01	4.804,56	27,00%	1.297,23	1,19728
Energ Atv Inj FP TE mUC 04/2022 mPT	kWh	8.634,000	0,35053-	3.026,50-	97,65-	3.026,50-	27,00%	817,15-	0,24458
Energ Atv Inj FP TUSD mUC 04/2022 mPT	kWh	8.634,000	0,06299-	543,89-	24,04-	0,00	0,00%	0,00	0,06021
Adic. Band. Vermelha Comp.	kWh	8.634,000	0,20351-	1.757,13-	56,69-	1.757,13-	27,00%	474,42-	0,14200
Adic. Band. Vermelha Comp.	kWh	2.800,000	0,20351-	569,83-	18,38-	569,83-	27,00%	153,85-	0,14200
Adicional Band. Vermelha	kWh	18.946,000	0,21261	4.028,03	124,40	3.855,79	27,00%	1.041,06	0,14200
Adicional Band. Vermelha	kWh	2.800,000	0,14200	397,60	18,38	569,84	27,00%	153,86	0,14200
Consumo Reativo Excedente Fp	kVA	1.715,000	0,36860	632,15	20,38	632,15	27,00%	170,68	0,25720
Consumo Reativo Excedente Np	kVA	18,000	0,36667	6,60	0,20	6,60	27,00%	1,78	0,25720
Demanda Ativa	kW	167,160	27,28817	4.561,49	147,17	4.561,49	27,00%	1.231,60	19,04000
Demanda Ativa sem ICMS	kW	457,840	19,92047	9.120,39	403,12	0,00	0,00%	0,00	19,04000
Retenção De Tributos Federais	kW			1.609,81-	0,00	0,00	0,00%	0,00	
Subtotal Faturamento				27.518,65					
Subtotal Outros				1.609,81-					
TOTAL				25.908,84	990,18	18.942,15		5.114,38	

Fonte: Acervo UNILAB (2022).

- 5- Histórico de faturamento: a concessionária disponibiliza até 1 ano das leituras feitas anteriormente na unidade consumidora com o número de dias faturado em cada medição. Caso o cliente tenha um grande empreendimento com demanda contratada, ele vai ter detalhado os dados nos postos tarifários, hora ponta (HP) e hora fora ponta (HFP), da demanda (kW) e do consumo faturado (kWh).

Figura 9 – Histórico de faturamento

MÊS/ANO	Demanda kW		Consumo Faturado kWh		Nº DIAS FAT
	Hora Ponta	Hora Fora Ponta	Hora Ponta	Hora Fora Ponta	
ABR / 2022	99,12	167,16	2800,00	18946,00	31
MAR / 2022	63,84	124,32	2720,00	15708,00	28
FEV / 2022	60,48	105,00	2667,00	17085,00	31
JAN / 2022	61,32	96,60	3101,00	18367,00	31
DEZ / 2021	71,40	172,20	2625,00	18511,00	30
NOV / 2021	78,96	140,28	2857,00	17912,00	31
OUT / 2021	61,32	83,16	2851,00	15857,00	30
SET / 2021	74,76	164,64	2935,00	16520,00	31
AGO / 2021	52,92	66,36	2501,00	13702,00	31
JUL / 2021	56,28	96,60	2266,00	12928,00	30
JUN / 2021	98,28	110,88	2257,00	12983,00	31
MAI / 2021	46,20	45,36	2091,00	11515,00	30
ABR / 2021	53,76	192,36	2561,00	13443,00	31

Fonte: Acervo UNILAB (2022).

5 USINA SOLAR FOTOVOLTAICA DO CAMPUS DAS AURORAS

5.1 HISTÓRICO DE AQUISIÇÃO DA USINA DO CAMPUS DAS AURORAS

Entre os dias 23 e 25 de maio de 2017, foi avaliado pela ANEEL, em Brasília, no âmbito da Chamada do Projeto Prioritário e Estratégico nº 01/2016, as propostas de projetos de Eficiência Energética (EE) e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior. Entre as propostas apresentadas das IES, houve a proposta do projeto de eficiência da UNILAB que foi defendida pelo pró-reitor de Planejamento da época, Plínio Maciel, e a de P&D defendida pelo professor Hermínio de Oliveira, juntamente com a equipe da ENEL (NOGUEIRA, 2017).

De acordo com Nogueira (2017), o projeto foi avaliado pela banca de entidades composta por representantes do Ministério da Educação (MEC), Ministério de Minas e Energia (MME), Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia (INMETRO), Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e do Programa Nacional de Conservação de Energia (Procel/Eletróbrás).

Segundo Lima (2018), a elaboração do projeto teve a participação de diferentes setores da UNILAB como a Pró-Reitoria de Planejamento (PROPLAN), Seção de Análise de Contas e Contratos (SACC), Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS), Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) e Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS).

A escolha do Campus das Auroras como campus piloto se deu a partir de análises e estudos produzidos pela Comissão de Eficientização para a UNILAB. Foi considerado a área de cobertura do bloco didático-administrativo devida a fácil captação energética por não haver chance de sombreamento no local.

A UNILAB foi habilitada pela ENEL para análise final em Brasília pela ANEEL com proposta de consumo de R\$ 1.532.517,17 e para o projeto estratégico de P&D com previsão de consumo de R\$ 443.764,07 e, por fim, a universidade teve a aprovação final sendo selecionada na chamada pública para integrar o Programa de Eficiência Energética e de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico.

Em Redenção/CE, no dia 20 de dezembro de 2018, no Campus das Auroras, a UNILAB juntamente com a ENEL Distribuição Ceará realizou a inauguração da usina e da árvore solar

fotovoltaica e a entrega do Projeto de Eficiência Energética e Minigeração de Energia Fotovoltaica da UNILAB, que foram executados pelas equipes de pesquisadores, técnicos e docentes da instituição. Com a execução do projeto de eficiência energética, foi prevista uma economia de aproximadamente 640 MWh/ano no consumo de energia (LIMA, 2019).

Ainda de acordo com Lima (2019), no projeto de eficiência energética há uma previsão de redução da demanda na ponta de 98,37 kW, envolvido no sistema de iluminação/geração fotovoltaica, a partir da instalação de 4.950 lâmpadas LED e da usina fotovoltaica composta de 762 painéis de 325 Wp e da árvore solar composta de 10 painéis de 275 Wp, como pode ser visto na Figura 10.

Figura 10 – Inauguração da árvore solar do Campus das Auroras



Fonte: UNILAB (2019).

5.2 DADOS TÉCNICOS DA USINA SOLAR DO CAMPUS DAS AURORAS

A partir do memorial descritivo da empresa responsável pela instalação da usina fotovoltaica será apresentado os pontos principais sobre o projeto realizado no Campus das Auroras. O memorial descritivo do projeto está disponível no ANEXO B deste trabalho para consulta.

5.2.1 Detalhes da central geradora

O empreendimento se encontra no localizado na rua José Franco de Oliveira, Acarape/CE, na UNILAB Campus das Auroras, nas coordenadas geográficas (latitude e longitude): 4° 13'5.71"S, 38°42'50.23"O, com temperatura ambiente média anual de 30,18° C e umidade

relativa de 64%. A Figura 11 mostra a localização via Google Maps.

Figura 11 – Mapa de localização da usina fotovoltaica via Google Maps



Fonte: Pulso Engenharia (2017).

O projeto foi baseado nas normas ABNT NBR 5410, 5419 e 13570:1996; IEC 62446; REN nº 482/2012 alterada pela REN nº 517/2012; Módulo 3 do PRODIST; NR 4, 10 e NT- BR 010/2016 R-01 da Ampla/Coelce (Grupo ENEL), que define a obrigatoriedade e as premissas de uma instalação de microgeração e minigeração distribuída e outras providências.

O engenheiro Henrique Tavares Ferreira, de CREA/CONFEA nº 13.651D, da região de Fortaleza/CE, é o responsável pelas informações declaradas neste projeto.

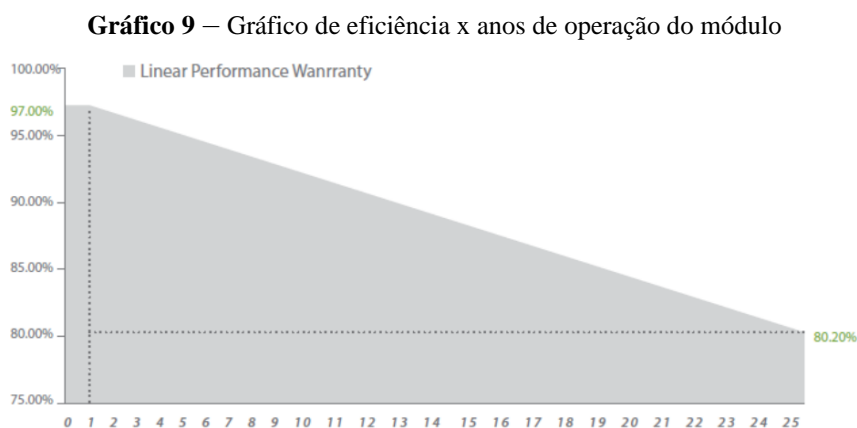
5.2.2 Características dos equipamentos

5.2.2.1 Módulo Fotovoltaico

O modelo de módulo fotovoltaico que compõe a usina é o CS6U-330P – POLI, da marca Canadian Solar, com potência de saída nominal de 330 Wp, silício policristalino, eficiência mínima do módulo é de 16,97%, temperatura de operação de -40° ~ 85° C e possui garantia de potência nominal após os primeiros 10 anos de 97% e após os primeiros 25 anos de 80,20%.

O modelo que compõe a árvore solar é o CS6K-275P – POLI, da marca Canadian Solar, com potência de saída nominal de 275 Wp, policristalino, eficiência mínima do módulo é de 16,80%, temperatura de operação de -40° ~ 85° C e possui garantia de potência nominal após os

primeiros 10 anos de 97% e após os primeiros 25 anos de 80,20%. Na Figura 12 pode ser visto o a representação gráfica da eficiência do módulo.



Fonte: Pulso Engenharia (2017).

Os dados técnicos completos do módulo fotovoltaico da Canadian Solar estão disponíveis no ANEXO C deste trabalho para consulta.

5.2.2.2 Inversor

O modelo de inversor central que compõe a usina é o PRO-33.0-TL-OUTD-SX-400, da marca ABB, que opera sem perda de potência na temperatura máxima de $-25^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$; na máxima umidade relativa do ar de 0 – 100%; possui proteção IP65; inversor do tipo trifásico que atua na tensão de 380 V fase-fase e 220 V fase-neutro; possui MPPT única na entrada; opera na faixa de tensão contínua de 580-950 Vdc e de frequência de 60 Hz ± 5 Hz. O inversor possui monitoramento remoto e local via Wireless VSN700 WiFi Logger Card (opcional).

O outro modelo de inversor que compõe a árvore solar é o PVI-3.6-TL-OUTD-S, da marca ABB, que opera nas mesmas condições que o inversor citado anteriormente; possui proteção IP65; inversor do tipo monofásico conectado à rede 220 V fase-fase e 127 V fase-neutro; possui duas MPPTs na entrada; opera na faixa de tensão contínua de 120-530 Vdc e de frequência de 60 Hz ± 5 Hz. O inversor possui monitoramento remoto e local via Wireless VSN300 WiFi Logger Card (opcional) e VSN700 Data Logger (opcional).

Os dados técnicos completos do inversor utilizado na usina da ABB estão disponíveis no ANEXO D deste trabalho para consulta.

5.2.3 Cronograma do projeto

De acordo com o memorial descritivo do projeto, o cronograma de implantação do sistema previa tempo hábil de 05 meses, desde a celebração do convênio com a ENEL até a execução do projeto, para a finalização da instalação da usina fotovoltaica. A tabela 3 apresenta os detalhes do cronograma.

Tabela 3 – Cronograma de implantação do sistema

ATIVIDADES	Responsável	CRONOGRAMA FÍSICO				
		Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
Celebração de Convênio com a ENEL	ENEL e Consumidor					
Elaboração do projeto e especificação dos materiais e equipamentos	PULSO					
Contratação dos serviços	PULSO					
Aquisição dos materiais e equipamentos (miudezas)	PULSO					
Supervisão e execução do projeto	PULSO					

Fonte: Pulso Engenharia (2017).

5.2.4 Dados gerais da usina de minigeração fotovoltaica

Com a finalização da instalação da usina do Campus das Aurora e da árvore solar, temos 7 inversores centrais instalados, onde 6 são para a usina de minigeração e 1 para a árvore solar. Com isso, o sistema possui potência total instalada de 254,21 kWp, organizada em 41 arranjos com um total de 772 módulos fotovoltaicos conectados que ocupam uma área total de 1.922 m². A usina possui uma estimativa de produção de energia total anual de 451,69 MWh.

Na Figura 12 pode ser observada, a partir de uma imagem aérea, a usina de minigeração com a instalação finalizada no Campus das Auroras.

Figura 12 – Usina de minigeração fotovoltaica do Campus das Auroras



Fonte: UNILAB (2019).

6 ANÁLISE DO FATURAMENTO DA CONTA DE ENERGIA E OPERAÇÃO DA USINA DO CAMPUS DAS AURORAS

6.1 OBTENÇÃO DAS FATURAS DE ENERGIA ELÉTRICA E DOS DADOS DE GERAÇÃO DA USINA

As análises feitas nesta seção foram possíveis graças ao apoio do engenheiro responsável da UNILAB, Jordão Campos, que é do setor de Divisão de Projetos (DIP) da Pró-Reitoria de Administração e Infraestrutura (PROADI), que cedeu as faturas de energia elétrica referente ao Campus das Auroras do período em que a usina iniciou sua operação até o ano de 2022. Para ter acesso aos dados de geração dos 6 inversores ABB da usina de minigeração do campus, a doutoranda Wyara Souza do Grupo de Processamento e Gerenciamento de Energias Renováveis e Controle (PGERC) me cedeu as planilhas com as informações de geração dos inversores desde o início da operação da usina.

Os dados dos inversores foram organizados numa planilha para filtrar as informações a fim de coletar apenas a informação da energia gerada (kWh) mensalmente para somar o acumulado de energia gerada dos inversores.

6.2 ANÁLISES DA USINA DO CAMPUS DAS AURORAS

6.2.1 O uso dos créditos em energia (kWh) na compensação de energia

O uso dos créditos de energia se deu a partir da fatura 02/2019, meses após a usina estar operando. O valor dos créditos injetados no primeiro mês foi de 25.443 kWh e foram utilizados para abater o consumo na fora ponta da UC que foi de 32.020 kWh, com o abatimento o consumo fora ponta ficou 6.577 kWh.

Comparando com a fatura anterior 01/2019, o valor pago pela UNILAB foi de R\$ 23.443,34 e com a fatura 02/2019, o valor pago foi de R\$ 13.797,02. A redução neste mês foi de 58,85% em relação ao mês anterior. Esses dados podem ser vistos nas Figuras 13 e 14.

Figura 13 – Redução da conta de energia do Campus das Auroras

Esta é a sua fatura de 01/2019		Esta é a sua fatura de 02/2019	
VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR (R\$)	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR (R\$)
20/02/2019	23.443,34	20/03/2019	13.797,02

Fonte: UNILAB (2019).

Figura 14 – Primeira utilização do crédito em energia (kWh)

GRANDEZAS MEDIDAS	CONSUMO EM kWh			CRÉDITO EM ENERGIA (kWh)			
	HFP/Único	Hora Ponta	Reservado	Posto Tarifário	Injetado	Utilizado	Saldo Atualizado
Leitura Anterior	747858.00	117367.00	0.00				
Leitura Atual	779878.00	120082.00	0.00	HP	0	0	
Total Medido	32020.00	2715.00	0.00	FP	25.443	25.443	
Contratado	0.00	0.00	0.00	HR	0	0	
Dem. Ultrapass.	0.00	0.00	0.00				

VALORES DE FATURAMENTO		
DESCRIÇÃO	TOTAL MEDIDO	TARIFA R\$
Consumo Fora Ponta	6.577,000	0,41237
Consumo Ponta	2.715,000	1,83562
Demanda Ativa	278,040	20,25629
Retenção De Tributos Federais	0,000	0,00000
Consumo Reativo Excedente Fp	3.321,000	0,37724
Consumo Reativo Excedente Np	195,000	0,37723

Fonte: UNILAB (2019).

Esse alto valor dos créditos em energia registrados na fatura de fevereiro é devido o acumulado do período do início da operação da usina até o dia da leitura desta fatura que aconteceu no dia 5 de fevereiro, de acordo com a conta 02/2019. Nos meses seguintes do ano, os créditos seguiram numa faixa entre 5.500 kWh e 9.000 kWh.

Devido a pandemia que se deu início em março de 2020, a UNILAB decretou a paralisação das aulas por conta da quarentena imposta pelo Governo do Estado. Com isso, o consumo do Campus das Auroras diminuiu e o acúmulo de créditos em energia aumentou. O maior valor de crédito em energia acumulado aconteceu na fatura 11/2020, em que o saldo foi de 31.336 kWh pois a energia injetada foi suficiente para abater o consumo da UC na fora ponta e na ponta. Na Figura 15 é apresentada essa informação da fatura.

Figura 15 – Saldo dos créditos em energia na pandemia

Esta é a sua fatura de 11/2020

VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR (R\$)
20/12/2020	5.108,76

CRÉDITO EM ENERGIA (kWh)			
Posto Tarifário	Injetado	Utilizado	Saldo Atualizado
HP		3.389	
FP	18.262	14.872	31.336,00
HR			

Fonte: UNILAB (2020).

Entre a fatura 12/2020 e 01/2021, houve uso do saldo de créditos em energia de forma errônea pela concessionária como mostrado na Figura 16.

Figura 16 – Uso errado dos créditos em energia pela ENEL

Esta é a sua fatura de 12/2020				Esta é a sua fatura de 01/2021			
VENCIMENTO		TOTAL A PAGAR (R\$)		VENCIMENTO		TOTAL A PAGAR (R\$)	
20/01/2021		5.854,03		20/03/2021		4.951,79	
CRÉDITO EM ENERGIA (kWh)				CRÉDITO EM ENERGIA (kWh)			
Posto Tarifário	Injetado	Utilizado	Saldo Atualizado	Posto Tarifário	Injetado	Utilizado	Saldo Atualizado
HP		3.417		HP		3.001	
FP	13.232	16.931	24.219,59	FP	21.763	18.761	17.239,91
HR				HR			

Fonte: UNILAB (2021).

Seguindo a forma como é utilizado o crédito, o saldo de 24.219,59 kWh deveria ter se mantido na fatura 01/2021, visto que o total de energia injetado rendeu 21.763 kWh e o utilizado foi de 21.762 kWh para suprir o consumo na fora ponta e na ponta. Logo, não se sabe o motivo da retirada de 6.979,68 kWh do saldo de créditos em energia por parte da ENEL. Para mais informação acerca da fatura 01/2021, ela está presente na subseção 6.2.3 que trata de possíveis irregularidades na conta de energia.

O saldo de créditos foi utilizado até a fatura 07/2021 para descontar o consumo que foi maior que a geração de energia injetada na rede. Nos meses seguintes, os créditos em energia foram utilizados 100% para o abatimento parcial do consumo da UC, pois as atividades presenciais da UNILAB estavam retornando e, por isso, o consumo estava aumentando.

6.2.2 Geração de energia da usina e consumo do Campus das Auroras

Mesmo com os dados de energia injetada na rede da ENEL registrados a partir da fatura 02/2019 apresentada na subseção 6.2.1, o acesso aos dados de geração dos 06 inversores centrais da usina durante o primeiro ano foi bem defasado. Na Tabela 4 é possível ver a data e hora dos primeiros dias que os dados surgiram no sistema de monitoramento da usina.

Tabela 4 – Primeiros dados de geração registrados no monitoramento da usina

Data e Hora	Energia CA (kWh)	Geração Mensal (kWh) - Inversor A	Data e Hora	Energia CA (kWh)	Geração Mensal (kWh) - Inversor B
11/09/2019 15:07:07	52252,00	Setembro	11/09/2019 15:07	50473,00	Setembro
30/09/2019 17:27:33	56193,00	3941,00	30/09/2019 17:18:45	54302,00	3829,00
Data e Hora	Energia CA (kWh)	Geração Mensal (kWh) - Inversor C	Data e Hora	Energia CA (kWh)	Geração Mensal (kWh) - Inversor D
11/09/2019 15:13:11	40284,00	Setembro	12/09/2019 13:27:58	49671,00	Setembro
30/09/2019 17:18:45	43305,00	3021,00	30/09/2019 17:26	53279,00	3608
Data e Hora	Energia CA (kWh)	Geração Mensal (kWh) - Inversor E	Data e Hora	Energia CA (kWh)	Geração Mensal (kWh) - Inversor F
24/09/2019 05:45:00	54258,00	Setembro	SEM DADOS	#####	Setembro
30/09/2019 17:25:00	55661,00	1403,00	REGISTRADOS	#####	#####

Fonte: Autor (2023).

Os valores iniciais só ficaram disponíveis a partir de setembro de 2019, sendo que o inversor F foi o único a ter algum dado de geração disponível apenas a partir de dezembro do mesmo ano. Por conta disso, não é possível fazer análise do consumo instantâneo do campus sobre a energia gerada pela usina. Esse tipo de problema é comum em situação que o datalogger não se conecta à internet local e os dados de geração não são passados para o sistema de monitoramento. Neste caso, o cliente pode solicitar a ida da empresa responsável pela instalação para averiguar a situação e solucionar o caso.

6.2.2.1 Geração anual

Para esta análise foram utilizados os dados de geração do ano de 2022, pois tínhamos todos os dados mensais de todos os inversores. Na geração anual, foi somado o total gerado dos 06 inversores nos 12 meses para comparar com a estimativa do projeto apresentada na subseção 5.2.4. Na Tabela 5 é apresentado o acumulado da geração dentro do ano de 2022.

Tabela 5 – Geração anual da usina em 2022

Data	Geração dos Inversores (MWh)							Geração Anual da Usina em 2022
	A	B	C	D	E	F	Geração Acumulada Total	
31/12/2021	201,89	195,79	155,36	189,51	174,29	152,42	1069,27	
31/12/2022	262,02	254,21	201,52	247,28	233,03	185,26	1383,32	314,05

Fonte: Autor (2023).

No seu terceiro ano de operação a usina acumulou em geração de energia o total de 314,05 MWh, o que é consideravelmente distante da estimativa feita no projeto que era de 451,69 MWh. Para fins de comparação entre o estimado para o real, o total gerado em 2022 representa 69,53% do que se esperava. Ao fazer uma média anual do acumulado de energia que a usina gerou até 2022, de 1.383,32 MWh, o valor médio da geração anual é de aproximadamente

461,11 MWh, logo, se mantendo acima do estimado para o projeto, de 451,69 MWh, citado anteriormente.

6.2.2.2 *Período da pandemia versus período normal de atividade do Campus das Auroras*

A fim de comparação quanto ao consumo de energia do campus da UNILAB durante a pandemia e após o retorno presencial, foram utilizados os dados do mês de maio de anos distintos, 2021 e 2022. Inicialmente, foi coletado os dados de geração dos 6 inversores no mês de maio dos anos citados anteriormente para fazer um comparativo com a contas de energia 06/2021 e 06/2022. Foram considerados os dados de geração de ambos os meses iniciando no dia 02 de maio e finalizando no dia 31 de maio, pois a leitura nas contas de energia aconteceu entre os dias 1º de maio e 1º de junho. Por não saber a hora que o leiturista passou no local para ter a leitura e fazer o faturamento no dia, é mais seguro considerarmos os dias entre a leitura anterior e a atual que consta na fatura de energia. Nas Tabelas 6 e 7 temos os valores de geração mensal total da usina para o mês de maio dos dois anos.

Tabela 6 – Dados da geração mensal da usina no mês de maio de 2021

ANO 2021							
Data	Inversores						Geração Mensal Total (kWh)
	A	B	C	D	E	F	
	Energia (kWh)						
02/05 ~ 31/05	4500	4262	3484	4279	4576	2993	24094

Fonte: Autor (2023).

Tabela 7 – Dados da geração mensal da usina no mês de maio de 2022

ANO 2022							
Data	Inversores						Geração Mensal Total (kWh)
	A	B	C	D	E	F	
	Energia (kWh)						
02/05 ~ 31/05	4195	4000	3237	4001	4150	2158	21741

Fonte: Autor (2023).

A UNILAB começou o processo de retorno gradativo às atividades presenciais a partir de 1º de novembro de 2021, conforme a portaria nº 346/2021, lançada pela Reitoria (QUEIROZ, 2021). Assim, a Figura 17 e a Figura 18 apresentam os dados das faturas do mês de maio durante as aulas remotas na pandemia e o mês de maio durante as aulas presenciais pós pandemia.

Figura 17 – Dados da conta de energia 06/2021

Esta é a sua fatura de 06/2021

VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR (R\$)
20/07/2021	7.507,00

DATAS

Leitura Anterior	Leitura Atual
01/05/2021	01/06/2021
Emissão	Período Fornecido
18/06/2021	31 Dias

GRANDEZAS MEDIDAS

	CONSUMO EM kWh	
	HFP/Único	Hora Ponta
Leitura Anterior	309421.00	180499.00
Leitura Atual	322404.00	182756.00
Total Medido	12983.00	2257.00
Contratado	0.00	0.00
Dem. Ultrapass.	0.00	0.00

CRÉDITO EM ENERGIA (kWh)

Posto Tarifário	Injetado	Utilizado	Saldo Atualizado
HP		3.752	
FP	12.820	12.983	2.353,05

Fonte: UNILAB (2021).

Figura 18 – Dados da conta de energia 06/2022

MÊS/ANO	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
06/2022	20/07/2022	R\$40.131,49

DATAS DE LEITURA	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	Nº DE DIAS	PRÓXIMA LEITURA
	01/05/2022	01/06/2022	31	01/07/2022

DADOS DE MEDIÇÃO						
Medidor	Grandezas	Postos Tarifários	Leitura Anterior	Leitura Atual	Const. Medidor	Consumo kWh
5250816-LDG-664	Energia Ativa-kWh	FORA PONTA	517.295,00	552.217,00	1.0000	34.922,00
5250816-LDG-664	Energia Ativa-kWh	PONTA	212.431,00	215.552,00	1.0000	3.121,00
5250816-LDG-664	Demanda Faturada-kW	FORA PONTA	7.062,92	7.273,76	1.0000	210,84
5250816-LDG-664	Demanda Faturada-kW	PONTA	6.772,92	6.867,84	1.0000	94,92
5250816-LDG-664	Demanda Reativa-kVAr	FORA PONTA	5.353,31	5.540,42	1.0000	187,11
5250816-LDG-664	Demanda Reativa-kVAr	PONTA	5.993,61	6.079,92	1.0000	86,31
5250816-LDG-664	Energia Injetada-kWh	FORA PONTA	474.188,00	479.458,00	1.0000	5.270,00
5250816-LDG-664	Energia Injetada-kWh	PONTA	0,00	0,00	1.0000	0,00
5250816-LDG-664	Energia Reativa-kVArh	FORA PONTA	188.701,00	189.930,00	1.0000	1.229,00
5250816-LDG-664	Energia Reativa-kVArh	PONTA	20.831,00	20.835,00	1.0000	4,00

Fonte: UNILAB (2022).

No primeiro cenário de pandemia, as aulas estavam sendo remotas e o setor administrativo da universidade se encontrava de *home office*. Logo, de acordo com a Tabela 6, do total gerado pela usina no valor de 24.094 kWh, apenas 12.820 kWh de energia excedente foram injetados na rede. Isso quer dizer que o campus consumiu, de forma instantânea, 11.274 kWh para alimentar os equipamentos que estavam demandando energia no momento da geração. Por

conta do saldo de créditos em energia daquele mês, foi possível abater todo o consumo da UC naquele período.

No segundo cenário pós pandemia, as aulas e o setor administrativo já estavam funcionando de forma presencial. Com isso, o total de energia gerada pela usina, de acordo com a Tabela 7, de 21.741 kWh, apenas 5.270 kWh de energia foi injetado na rede. Logo, 16.471 kWh foram consumidos de forma instantânea pelo Campus das Auroras para atender a demanda de energia dos equipamentos no momento da geração.

O crescimento no consumo de energia em de maio de 2022 foi o maior já faturado durante o período em que a usina está operando no Campus das Auroras. Isso é percebido também pelo menor valor registrado de energia injetada na rede durante o ano de 2022.

6.2.3 Possíveis irregularidades na conta de energia

Durante toda a análise das contas de energia, apenas uma fatura teve registros de dados incompatíveis. A conta de energia foi citada na subseção 6.2.1 que tratava do uso dos créditos em energia, pois houve desconto dos créditos, à priori, sem necessidade.

O saldo de créditos em energia na fatura 12/2020 era de 24.219,59 kWh e para análise da fatura seguinte tinha as seguintes informações apresentadas na Figura 18.

Figura 19 – Dados da fatura 01/2021 com possível irregularidade

Esta é a sua fatura de 01/2021

VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR (R\$)
20/03/2021	4.951,79

GRANDEZAS MEDIDAS	CONSUMO EM kWh	
	HFP/Único	Hora Ponta
Leitura Anterior	250321.00	169233.00
Leitura Atual	253626.00	171004.00
Total Medido	3305.00	1771.00
Contratado	0.00	0.00
Dem. Ultrapass	0.00	0.00

CRÉDITO EM ENERGIA (kWh)			
Posto Tarifário	Injetado	Utilizado	Saldo Atualizado
HP		3.001	
FP	21.763	18.761	17.239,91

Fonte: UNILAB (2021).

A irregularidade apresentada aqui se dá por conta da leitura do consumo da UC no valor de

3.305 kWh na fora ponta e de 1.771 kWh na ponta para o período. Ao confrontar a informação da leitura com o que foi registrado no campo do crédito em energia utilizado para abater o consumo, fica claro o possível erro. Em volume de energia medido temos 5.076 kWh, mas de crédito utilizado para zerar o consumo na fatura foi de 21.762 kWh. Uma diferença de 16.686 kWh de energia além daqueles 6.979,68 kWh que foram retirados do saldo atualizado dos créditos em energia do Campus das Auroras.

Se o consumo real tivesse sido abatido do que foi injetado, teríamos 16.687 kWh para serem somados aos 24.219,59 kWh do saldo anterior. Logo, o saldo atualizado nesta fatura seria de 40.906,59 kWh.

Ao se deparar com esse tipo de situação, o consumidor precisa contatar a concessionária através da ouvidoria e apresentar os valores registrados entre as contas que houveram o erro na atualização dos valores dos créditos de energia. Infelizmente casos como este registrado aqui são muito comuns para clientes GD, pois o leiturista pode repetir o valor do mês anterior ignorando o que pode ter sido acumulado no mês atual. A falta de cuidado por parte da concessionária com o cliente é nítida, pois se o próprio cliente não estiver acompanhando mensalmente o faturamento das suas contas de energia, ele pode acabar sendo prejudicado. Em muitos casos, a empresa integradora, responsável pela instalação do sistema, oferece serviço de gestão de contas do seu cliente a fim de evitar os desgastes dele na tratativa com a concessionária.

No caso da UNILAB, seria interessante ver junto à ENEL a possibilidade de uma leitura online a partir de um medidor inteligente que faça a atualização dos valores de injeção e consumo da UC, com envio da fatura de forma online. Dessa forma, evitaria erro humano no momento de fazer a leitura presencial e, conseqüentemente, a UC não teria prejuízo.

7 CONCLUSÃO

Com as análises feitas anteriormente, é visto a necessidade de ter um suporte inicial da empresa instaladora para o cliente de GD. A gestão das contas de energia da unidade consumidora que possui geração distribuída é de extrema importância para cobrar e/ou solucionar qualquer irregularidade que possa ocorrer com as faturas emitidas junto a concessionária, pois implica diretamente no ganho da UC com os créditos em energia. Aliado a isso, ter o acompanhamento da geração de energia da usina para o cliente final poder comparar os dados com o do projeto dimensionado e, assim, entender como está a eficiência do seu sistema fotovoltaico também é necessário. Tudo isso faz parte do trabalho de pós-venda de qualquer empresa instaladora, que é responsável pela experiência do cliente com o uso da tecnologia fotovoltaica.

Para o caso analisado da usina do Campus das Auroras, é necessário entender junto ao setor responsável pelo pagamento das faturas de energia do campus se está havendo acompanhamento do uso dos créditos em energia, pois a fatura que apresenta irregularidade pode ser questionada junto à ENEL. Além disso, o responsável pelo gerenciamento da usina do campus precisa entrar em contato com a empresa responsável pela instalação para entender o problema dos dados do primeiro ano de operação da usina não estarem disponíveis e solicitar uma visita para vistoria do projeto.

Aos trabalhos futuros, pode ser feito um estudo investigativo sobre a eficiência do sistema fotovoltaico analisando cada arranjo dos 6 inversores para entender porque há uma discrepância na geração entre eles já que o local instalado está livre de sombreamento e analisar como a eficiência da usina está ano a ano.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Panorama da solar fotovoltaica no Brasil e no mundo**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 3 jun. 2023.

ANEEL. **Entendendo a Tarifa**. Brasília, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa>. Acesso em: 10 jun. 2023.

ANEEL. **Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET**. Brasília, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/proret>. Acesso em: 10 jun. 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Agência Nacional de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20482,%20de%202012%20-%20bip-junho-2012.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2023.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**. Agência Nacional de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2023.

ANEEL. **SISGD - Sistema de Análise de Geração Distribuída**. Brasília: SISGD, 2023. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiY2VmMmUwN2QtYWFiOS00ZDE3LWI3NDMtZDk0NGI4MGU2NTkxIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso em: 3 jun. 2023.

ANEEL. **SIGA - SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE GERAÇÃO DA ANEEL. Siga-empresendimentos-geracao.csv**. Brasília, 2023. Disponível em: https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/siga-sistema-de-informacoes-de-geracao-da-aneel/resource/11ec447d-698d-4ab8-977f-b424d5deee6a?inner_span=True. Acesso em: 31 maio 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.300 de 06 de janeiro de 2022**. Brasília, 7 jan. 2022. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=14300&ano=2022&ato=c34MTQE1kMZpWT17f>. Acesso em: 7 jun. 2023.

CEARÁ. Camargo Schubert Engenheiros Associados *et al.* **Atlas Eólico e Solar**. Fortaleza : ADECE : FIEC : SEBRAE, 2019. *E-book*. 188 p. Disponível em: <http://atlas.adece.ce.gov.br/User?ReturnUrl=%2F>. Acesso em: 20 mai. 2023.

DA ROSA, Antonio Robson Oliveira; GASPARIN, Fabiano Perin. PANORAMA DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL. **Revista Brasileira de Energia Solar**, v. 7, n. 2, p. 140-147, 2017. Disponível em: <https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/157>. Acesso em: 15 mai. 2023.

DE SOUSA, Thales Costa. **Regulamentação da geração distribuída: evolução, perspectivas de mudanças e seus impactos na atratividade do investimento através de estudos de caso**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Energias) - Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2021. Acesso em: 10 jun. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2013: ANO BASE 2012**. 288 p. Rio de Janeiro : EPE, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/balanco-energetico-nacional/5-edicoes-anteriores/5-10-ben-2013-ano-base-2012-pdf/view>. Acesso em: 22 mai. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2022: ANO BASE 2021**. 292 p. Rio de Janeiro : EPE, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/balanco-energetico-nacional/ben-2022/ben-2022-relatorio-final/view>. Acesso em: 22 mai. 2023.

ENEL. **Entenda melhor as Tarifas TUSD e TE**. Fortaleza, 2021. Disponível em: https://www.enel.com.br/pt-ceara/Tarifas_Enel/tarifa-te-tusd.html. Acesso em: 10 jun. 2023.

ENEVA. **Tauá**. Rio de Janeiro, 2020. 1 fotografia, 1024x768 pixels, Disponível em: <https://eneva.com.br/wp-content/uploads/2020/06/Taua-1-1.jpg>. Acesso em: 1 jun. 2023.

EXAME. **Energia solar supera eólica e vira 2ª maior fonte do país; veja desafios para 2023**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://exame.com/brasil/energia-solar-supera-eolica-e-vira-2a-maior-fonte-do-pais-veja-desafios-para-2023/>. Acesso em: 22 maio 2023.

FONTES, Anderson Ferreira. **Análise do Impacto da Geração Distribuída no Sistema Elétrico Brasileiro com base na proposta de mudança da Resolução Normativa 482 de 2012 da Aneel**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6606>. Acesso em: 04 jun. 2023.

GREENER. **Estudo Estratégico Geração Distribuída: Mercado Fotovoltaico – 1º Semestre**. 2022. Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.greener.com.br/wp-content/uploads/2022/08/Estudo-Estrategico-de-Geracao-Distribuida-2022-1o-semester.pdf>. Acesso em: 30 maio 2023.

MELO, Marina Larisse da Silva. **Contribuição Dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica para a Redução de CO₂ no Estado do Ceará**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Climatologia) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=85203>. Acesso em: 03 jun. 2023.

ONS. **O Sistema em números**. Rio de Janeiro : ONS, 2023. Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>. Acesso em: 31 maio 2023.

SANTOS, Nicorray de Queiroz. **Ceará e a tendência de uma matriz energética com geração predominantemente eólio-elétrica**. 2015. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Energia) - Departamento de Engenharia Elétrica Programa de Pós-Graduação de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/14586>. Acesso em: 30 mai. 2023.

SIMIONI, Tássio. **O impacto da temperatura para o aproveitamento do potencial solar fotovoltaico do Brasil**. 2017. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/T%C3%A1ssio_Simioni.pdf. Acesso em: 28 mai. 2023.

SIQUEIRA, Arthur Mendonça Quinhones *et al.* Análise de Impacto Regulatório (AIR) sobre a revisão da Resolução Normativa 482/2012 e seus possíveis efeitos nos prosumidores. *In: CONFERÊNCIA: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO*, 12., 2020, Minas Gerais. **Anais do XII CBPE**. Minas Gerais: UNIFEI, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347458554_Analise_de_Impacto_Regulatorio_AIR_sobre_a_revisao_da_Resolucao_Normativa_4822012_e_seus_possiveis_efeitos_nos_prosumidores. Acesso em: 06 jun. 2023.

UNILAB. **Projeto de eficiência energética põe Unilab como destaque em tecnologias de sustentabilidade**. Redenção, 2018. Disponível em: <https://unilab.edu.br/2018/08/16/projeto-de-eficiencia-energetica-poe-unilab-como-destaque-em-tecnologias-de-sustentabilidade/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

UNILAB. **Retorno gradual e seguro às atividades presenciais administrativas ocorre a partir de novembro**. Redenção, 2021. Disponível em: <https://unilab.edu.br/2021/10/18/retorno-gradual-e-seguro-as-atividades-presenciais-ocorre-a-partir-de-novembro/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

UNILAB. **Unilab e Enel efetivam Projeto de Eficiência e Minigeração Energética com inauguração da Árvore Solar Fotovoltaica, no Campus das Auroras**. Redenção, 2019. Disponível em: <https://unilab.edu.br/2019/01/16/unilab-e-enel-efetivam-o-projeto-de-eficiencia-e-minigeracao-energetica-com-inauguracao-da-arvore-solar-fotovoltaica-no-campus-das-auroras/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

UNILAB. **Unilab é selecionada em Chamada Pública da Aneel para implantar sistema de energia solar**. Redenção, 2017. Disponível em: <https://unilab.edu.br/2017/07/11/unilab-e-selecionada-em-chamada-publica-da-eneel-que-vai-resultar-na-implantacao-de-um-sistema-de-energia-solar-no-campus-das-auroras/>. Acesso em: 11 jun. 2023.

UNILAB. Sistema de Bibliotecas da UNILAB. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos da Unilab** / Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Sistema de Bibliotecas da Unilab. - Acarape, CE, 2020.

ANEXO A – CONTA DE ENERGIA DA UNILAB - CAMPUS DAS AURORAS



Companhia Energética do Ceará
Rua Padre Medeiros, 150
Fortaleza - CE - CEP: 60135-040
CNPJ: 07.047.251/0001-70 - CGF: 06.105.848-3

DOCUMENTO AUXILIAR DA NOTA FISCAL DE ENERGIA ELÉTRICA ELETRÔNICA

CLASSIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA	TIPO DE FORNECIMENTO	DATAS DE LEITURA	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	Nº DE DIAS	PRÓXIMA LEITURA
A4 HOROSAZONAL VERDE - Poder Público Poder público Federal	TRIFÁSICO		01/03/2022	01/04/2022	31	01/05/2022

UNIV DA INTEG INTER DA LUSOFONI AFRO-BRA
RU JOSE FRANCO DE OLIVEIRA
CENTRO ACARAPE CE
CEP: 62785-000
CPF/CNPJ: 12.397.930/0001-00 INSC. EST: ISENT0

INSTALAÇÃO / UNID. CONSUMIDORA
9009466

Nº DO CLIENTE
9009466



NOTA FISCAL Nº 099076734 - SÉRIE 001 / DATA DE EMISSÃO: 06/04/2022
Consulte pela Chave de Acesso em:
<http://dfs.portal.safelivre.br.gov.br/NF3/consulta>
chave de acesso:
2322 0407 0472 5100 0170 5600 0009 0767 3410 6728 8445
Protocolo de autorização: 323220007596306 - 07/04/2022 às 14:11:36-03:00
CFCP: 5258- VENDA DE ENERGIA ELÉTRICA A NAD CONTRIBUINTE
Data de apresentação: 08/04/2022

MÊS/ANO	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
04/2022	20/05/2022	R\$25.908,84

MENSAGENS IMPORTANTES

Períodos: Band. Tarif.: ESCASSEZ-HIDRICA - 02/03 - 01/04 Prezado cliente, devido a um problema sistêmico sua conta teve vencimento postergado o que poderá acarretar duplo vencimento no próximo mês. Caso queira, entre em contato com nossos canais de atendimento, temos um parcelamento disponível para você. Prezado cliente, devido a um problema sistêmico sua conta teve vencimento postergado o que poderá acarretar duplo vencimento no próximo mês. Caso queira, entre em contato com nossos canais de atendimento, temos um parcelamento disponível para você. Anel determina a partir de 01.12.2021 bandeira verde para consumidores tarifa social tx renda (sem acréscimo na conta), e permanece bandeira escassez hídrica no valor de 0,1420 aos demais consumidores Energia Injetada HFP no mês: 8.634,00 kWh. Saldo utilizado no mês: 8.634,00 kWh. Saldo atualizado: 0 kWh. Créditos a Expirar no próximo mês: 0 kWh.

DADOS DE MEDIÇÃO						DESCRIÇÃO DO FATURAMENTO									
Medidor	Grandezas	Pontos Tarifários	Leitura Anterior	Leitura Atual	Consumo kWh	Item de Fatura	Unid.	Quant.	Preço unit. (R\$)	Valor (R\$)	PSICOPNS	Banco Cato. ICMS (R\$)	Alíquota ICMS	ICMS	Tarifa unit. (R\$)
\$2508 19-LDG-664	Energia Ativa kWh	FORA PONTA	466.994,00	487.940,00	1.000,00	Energia Atv For F Ponta TE	kWh	18.946,00	0,32553	6.141,21	214,28	6.641,21	27,00%	1.793,12	0,24458
\$2508 19-LDG-664	Energia Ativa kWh	PONTA	256.879,00	259.679,00	1.000,00	Energia Atv For F Ponta TUSD	kWh	18.946,00	0,68828	1.304,89	52,74	1.634,89	27,00%	441,42	0,09021
\$2508 19-LDG-664	Demanda Futurada kWh	FORA PONTA	6.997,28	8.834,44	1.000,00	Energia Atv For Ponta TE	kWh	2.850,00	0,58733	1.680,00	11,26	1.589,04	27,00%	426,05	0,39559
\$2508 19-LDG-664	Demanda Futurada kWh	PONTA	6.578,04	8.677,56	1.000,00	Energia Atv For Ponta TUSD	kWh	2.850,00	1,71581	4.894,56	153,01	4.804,56	27,00%	1.287,23	1,19726
\$2508 19-LDG-664	Demanda Realizada kWh	FORA PONTA	5.053,74	5.157,80	1.000,00	Energ Atv Inj FP TE TUSD m/c 04/2022 m/PT	kWh	8.634,00	0,30022	2.592,50	97,65	3.026,50	27,00%	817,15	0,24458
\$2508 19-LDG-664	Demanda Realizada kWh	PONTA	5.849,78	5.913,39	1.000,00	Energ Atv Inj FP TE TUSD m/c 04/2022 m/PT	kWh	8.634,00	0,06796	583,95	24,04	0,00	0,00%	0,00	0,06021
\$2508 19-LDG-664	Energia Injetada kWh	FORA PONTA	458.993,00	487.297,00	1.000,00	Adic. Band. Vermelha Comp.	kWh	8.634,00	0,20051	1.737,13	58,69	1.797,13	27,00%	474,42	0,14200
\$2508 19-LDG-664	Energia Injetada kWh	PONTA	0,00	0,00	1.000,00	Adic. Band. Vermelha Comp.	kWh	2.850,00	0,20051	569,83	18,36	589,83	27,00%	153,85	0,14200
\$2508 19-LDG-664	Energia Realizada kWh	FORA PONTA	184.832,00	186.547,00	1.000,00	Adicional Band. Vermelha	kWh	2.850,00	0,14200	405,70	18,36	589,84	27,00%	153,86	0,14200
\$2508 19-LDG-664	Energia Realizada kWh	PONTA	20.794,00	20.802,00	1.000,00	Consumo Realizado Excedente Pp	kVA	1.715,00	0,26668	455,15	35,38	632,15	27,00%	170,68	0,25720
						Consumo Realizado Excedente Hp	kW	18,00	0,38467	6,92	0,20	6,92	27,00%	1,78	0,25720
						Demanda Ativa sem ICMS	kW	167,960	17,28817	2.891,69	147,17	4.961,49	27,00%	1.231,90	19,04000
						Retenção De Tributo Federal	kW	457,840	19,82047	9.120,39	403,12	0,00	0,00%	0,00	19,04000
										1.609,81-	0,00	0,00	0,00%	0,00	
						Subtotal Faturamento				27.518,65					
						Subtotal Outros				1.609,81-					
						TOTAL				25.908,84	990,19	18.942,15		5.114,38	

TRIBUTOS	BASE CALC (R\$)	ALÍQUOTA (%)	VALOR (R\$)	GRANDEZAS CONTRATADAS	RESERVAÇÃO AO FISCO
PS-PASEP	22.404,27	0,78	174,71	DEMANDA FORA PONTA - kW	625,00
GFIRAS	22.404,27	3,84	861,47		
ICMS	18.942,15	27,00	5.114,38		
					Novo modelo de Nota Fiscal de Energia Elétrica nos termos do Ajuste Sinef 01/2019 (CONFAZ)

HISTÓRICO DO FATURAMENTO					NOTIFICAÇÃO/REABVIO DE CONTAS VENCIDAS	
MÊS/ANO	Demanda kW		Consumo Faturado kWh		Nº DIAS FAT	
	Hora Ponta	Hora Fora Ponta	Hora Ponta	Hora Fora Ponta		
ABR / 2022	99,12	167,18	2800,00	18946,00	00	
MAR / 2022	83,84	124,32	2720,00	15798,00	31	
FEV / 2022	60,48	106,56	2650,00	13985,00	31	
JAN / 2022	61,32	98,60	3101,00	18387,00	31	
DEZ / 2021	71,40	172,20	2625,00	18511,00	30	
NOV / 2021	76,98	140,28	2691,00	17912,00	31	
OUT / 2021	81,32	83,16	2691,00	18857,00	30	
SET / 2021	74,76	164,64	2920,00	18220,00	31	
AUG / 2021	62,82	88,38	2501,00	13702,00	30	
JUL / 2021	96,28	98,80	2286,00	12928,00	30	
JUN / 2021	88,28	110,88	2257,00	12983,00	31	
MAY / 2021	46,20	45,36	2091,00	11515,00	30	
ABR / 2021	53,76	192,36	2561,00	13443,00	31	

CADASTRO DÉBITO AUTOMÁTICO	RESPONSÁVEL PELA ILUMINAÇÃO PÚBLICA EM SUA RUA/REGIÃO
Se você ainda não tem débito automático, cadastre-se na sua instituição bancária utilizando o código 9009466	PREFEITURA MUNICIPAL ACARAPE

Fonte: UNILAB (2022).

**ANEXO B – MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DA USINA
FOTOVOLTAICA DO CAMPUS DAS AURORAS**



**PROJETO ELÉTRICO DE IMPLANTAÇÃO
DE CENTRAL GERADORA
FOTOVOLTAICA – UNILAB CAMPUS DAS
AURORAS – 9009466-2**



Digitally signed by
LEILA CRISTINA
JOVINA DA
SILVEIRA:62514610397



PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	2 / 23



1. Apresentação

O presente memorial tem como objetivo estabelecer os critérios de dimensionamento da Central Geradora Solar Fotovoltaica de 254,21 kWp que será instalado na UNILAB – Campus das Auroras - UC: 9009466, de modo a retratar a instalação realizada de acordo com regulamentos e normas vigentes. O memorial também visa estabelecer as principais condições técnicas e de segurança da instalação solar fotovoltaica para o processamento correto da legalização da minigeração solar junto aos órgãos competentes.

2. Informações Detalhadas da Central Geradora

2.1. Identificação do Empreendimento

- Denominação: *Universidade*
- Razão Social: *Unilab Campus das Auroras*
- Endereço da unidade: *Rua José Franco de Oliveira*
- Município e Unidade da Federação: *Acarape/CE*
- CNPJ ou CPF: *12.397.930/0001-00*
- Telefone/Telefax/E-mail: *(085) 3032.4200 / rannier@pulsoengenharia.com.br*
- Finalidade (descrever): *A central geradora tem por finalidade redução da conta de energia.*

2.2. Caracterização do Local do Empreendimento:

- Endereço: *Rua José Franco de Oliveira*
- Município e Unidade da Federação: *Acarape/CE*
- Telefone/Telefax/E-mail: *(085) 3032.4200 / rannier@pulsoengenharia.com.br*
- Número da Unidade Consumidora (UC): *9009466-2*
- Coordenadas geográficas (latitude e longitude): *4°13'5.71"S, 38°42'50.23"O*
- Temperatura ambiente média anual: *30,18°C.*
- Umidade relativa média anual: *64%.*



Figura 1 - Mapa de localização da central solar fotovoltaica. Fonte: Google Maps.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	3 / 23



Figura 2 - Localização da central solar fotovoltaica - Visão de satélite. Fonte: Google Maps.

3. Normas de Referência

O presente trabalho baseou-se nas seguintes normas:

- Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, alterada pela Resolução Normativa Nº 517, de 11 de dezembro de 2012;
- Módulo 3 do PRODIST- Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional;
- ABNT NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 5419 - Proteção contra descargas atmosféricas - Procedimento;
- ABNT NBR 13570:1996 - Instalações elétricas em locais com afluência pública;
- IEC 62446 - Grid connected photovoltaic systems: Minimum requirements for system documentation, comissioning tests and inspection;
- Resolução Aneel 482/2012
- NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho;
- NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NT- Br 010/2016 R-01 – Conexão de micro e minigeração distribuída ao sistema elétrico da Ampla/Coelce (Grupo Enel).

Cabe destacar que a NT – 010/2016 R-01 é a norma da Ampla/Coelce (Grupo Enel) que define as premissas e obrigatoriedades de uma instalação de micro e minigeração distribuída, descrevendo os equipamentos que devem fazer parte da instalação e, principalmente, as condições para a conexão do sistema à rede elétrica.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	4 / 23

4. Dados Central Geradora:

Os Módulos fotovoltaicos convertem de forma silenciosa e sem partes móveis, a luz solar em energia elétrica. Nos sistemas conectados à rede eles geram corrente contínua (DC) que é convertida por meio de inversores em corrente alternada (AC) que então pode ser conectada e utilizada pela rede elétrica e/ou para consumo próprio. A figura 3 mostra um fluxograma de processo de uma instalação fotovoltaica.

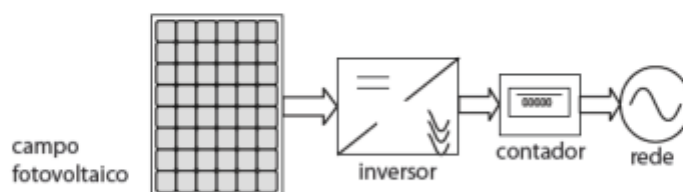


Figura 3 – Fluxograma de processo de uma instalação solar fotovoltaica.

4.1. Dados gerais da minigeração fotovoltaica:

- *Potência instalada total: 254,21 kWp*
- *Número de arranjos total do sistema: 41 (quarenta e um)*
- *Número total de placas do sistema: 772 (setecentos e setenta e duas)*
- *Área total da central geradora: 1922 m²*
- *Energia total produzida: 451,69 MWh/ano*

4.1.1 Módulos da central (Inversor 01)

- *N.º de placas por arranjo: 20 (vinte)*
- *Número de arranjos: 7 (sete)*
- *Número total de placas neste inversor: 140 (cento e quarenta)*
- *Área do arranjo: 366 m²*
- *Potência de pico: 42900 Wp*
- *Fabricante: ABB*
- *Operação da corrente contínua (CC), para cada módulo:*
 - *Tensão de operação: 37,20 V*
 - *Tensão de circuito aberto: 45,60 V*
 - *Corrente de curto-circuito: 9,45 A*
- *Potência do Inversor (W), para cada módulo: 306,43 W*
- *Tensão do Inversor (V), para cada módulo: 400 V*
- *Rendimento (%), para cada módulo: 98,3%*
- *Tensão de Conexão (kV), para cada módulo: 320/480 V*
- *Data de entrada em operação, para cada módulo: 05/05/2018*

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	5 / 23



4.1.2 Módulos da central (Inversor 02)

- *N.º de placas por arranjo: 19 (dezenove)*
- *Número de arranjos: 7 (sete)*
- *Número total de placas neste inversor: 133 (cento e trinta e três)*
- *Área do arranjo: 338,00 m²*
- *Potência de pico: 42900 Wp*
- *Fabricante: ABB*
- *Operação da corrente contínua (CC), para cada módulo:*
 - *Tensão de operação: 37,20 V*
 - *Tensão de circuito aberto: 45,60 V*
 - *Corrente de curto-circuito: 9,45 A*
- *Potência do Inversor (W), para cada módulo: 322,56 W*
- *Tensão do Inversor (V), para cada módulo: 400 V*
- *Rendimento (%), para cada módulo: 98,3%*
- *Tensão de Conexão (kV), para cada módulo: 320/480 V*
- *Data de entrada em operação, para cada módulo: 05/05/2018*

4.1.3 Módulos da central (Inversor 03)

- *N.º de placas por arranjo: 20 (vinte)*
- *Número de arranjos: 7 (sete)*
- *Número total de placas neste inversor: 140 (cento e quarenta)*
- *Área do arranjo: 366 m²*
- *Potência de pico: 42900 Wp*
- *Fabricante: ABB*
- *Operação da corrente contínua (CC), para cada módulo:*
 - *Tensão de operação: 37,20 V*
 - *Tensão de circuito aberto: 45,60 V*
 - *Corrente de curto-circuito: 9,45 A*
- *Potência do Inversor (W), para cada módulo: 306,43 W*
- *Tensão do Inversor (V), para cada módulo: 400 V*
- *Rendimento (%), para cada módulo: 98,3%*
- *Tensão de Conexão (kV), para cada módulo: 320/480 V*
- *Data de entrada em operação, para cada módulo: 05/05/2018*

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	6 / 23



4.1.4 Módulos da central (Inversor 04)

- *N.º de placas por arranjo: 19 (dezenove)*
- *Número de arranjos: 7 (sete)*
- *Número total de placas neste inversor: 133 (cento e trinta e três)*
- *Área do arranjo: 338,00 m²*
- *Potência de pico: 42900 Wp*
- *Fabricante: ABB*
- *Operação da corrente contínua (CC), para cada módulo:*
 - *Tensão de operação: 37,20 V*
 - *Tensão de circuito aberto: 45,60 V*
 - *Corrente de curto-circuito: 9,45 A*
- *Potência do Inversor (W), para cada módulo: 322,56 W*
- *Tensão do Inversor (V), para cada módulo: 400 V*
- *Rendimento (%), para cada módulo: 98,3%*
- *Tensão de Conexão (kV), para cada módulo: 320/480 V*
- *Data de entrada em operação, para cada módulo: 05/05/2018*

4.1.5 Módulos da central (Inversor 05)

- *N.º de placas por arranjo: 18 (dezoito)*
- *Número de arranjos: 6 (seis)*
- *Número total de placas neste inversor: 108 (cento e oito)*
- *Área do arranjo: 257,00 m²*
- *Potência de pico: 42900 Wp*
- *Fabricante: ABB*
- *Operação da corrente contínua (CC), para cada módulo:*
 - *Tensão de operação: 37,20 V*
 - *Tensão de circuito aberto: 45,60 V*
 - *Corrente de curto-circuito: 9,45 A*
- *Potência do Inversor (W), para cada módulo: 397,22 W*
- *Tensão do Inversor (V), para cada módulo: 400 V*
- *Rendimento (%), para cada módulo: 98,3%*
- *Tensão de Conexão (kV), para cada módulo: 320/480 V*
- *Data de entrada em operação, para cada módulo: 05/05/2018*

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	7 / 23



4.1.6 Módulos da central (Inversor 06)

- *N.º de placas por arranjo: 18 (dezoito)*
- *Número de arranjos: 6 (seis)*
- *Número total de placas neste inversor: 108 (cento e oito)*
- *Área do arranjo: 257,00 m²*
- *Potência de pico: 42900 Wp*
- *Fabricante: ABB*
- *Operação da corrente contínua (CC), para cada módulo:*
 - *Tensão de operação: 37,20 V*
 - *Tensão de circuito aberto: 45,60 V*
 - *Corrente de curto-circuito: 9,45 A*
- *Potência do Inversor (W), para cada módulo: 397,22 W*
- *Tensão do Inversor (V), para cada módulo: 400 V*
- *Rendimento (%), para cada módulo: 98,3%*
- *Tensão de Conexão (kV), para cada módulo: 320/480 V*
- Data de entrada em operação, para cada módulo: 05/05/2018*

4.1.7 Módulos da central (Inversor 07 – Árvore Solar)

- *N.º de placas por arranjo: 10 (dez)*
- *Número de arranjos: 1 (um)*
- *Número total de placas neste inversor: 10 (dez)*
- *Área do arranjo: 30 m²*
- *Potência de pico: 4000 Wp*
- *Fabricante: ABB*
- *Operação da corrente contínua (CC), para cada módulo:*
 - *Tensão de operação: 31,00 V*
 - *Tensão de circuito aberto: 38,00 V*
 - *Corrente de curto-circuito: 9,45 A*
- *Potência do Inversor (W), para cada módulo: 400 W*
- *Tensão do Inversor (V), para cada módulo: 230 V*
- *Rendimento (%), para cada módulo: 96,8%*
- *Tensão de Conexão (V), para cada módulo: 180/264 V*
- Data de entrada em operação, para cada módulo: 05/05/2018*

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	8 / 23



4.2. Engenheiro Responsável pelas Informações Declaradas

- *Nome:* Henrique Tavares Ferreira
- *Nº do registro no CREA/CONFEA:* 13.651D
- *Região:* Fortaleza/CE

Assinatura (Henrique Tavares Ferreira)

CREA-CE 13.651 D

5. Memorial Descritivo

5.1. Características dos Equipamentos

5.1.1. Módulo Fotovoltaico

- Modelo: CS6U-330P - POLI
- Potência de Saída Nominal: 330 Wp
- Tipo da Célula: Polycristalino
- Eficiência Mínima do Módulo: 16,97%
- Temperatura Ambiente de Operação: -40°C ~ + 85°C
- Diodos de Passagem já Incorporados na Caixa de Conexão do Módulo: Sim
- Garantia de Potência Nominal após os Primeiros 10 anos: 97,00%
- Garantia de Potência Nominal após os Primeiros 25 anos: 80,20%

5.1.2. Módulo Fotovoltaico – (Árvore Solar)

- Modelo: CS6K-275P - POLI
- Potência de Saída Nominal: 275 Wp
- Tipo da Célula: Polycristalino
- Eficiência Mínima do Módulo: 16,80%
- Temperatura Ambiente de Operação: -40°C ~ + 85°C
- Diodos de Passagem já Incorporados na Caixa de Conexão do Módulo: Sim
- Garantia de Potência Nominal após os Primeiros 10 anos: 97,00%
- Garantia de Potência Nominal após os Primeiros 25 anos: 80,20%

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	9 / 23

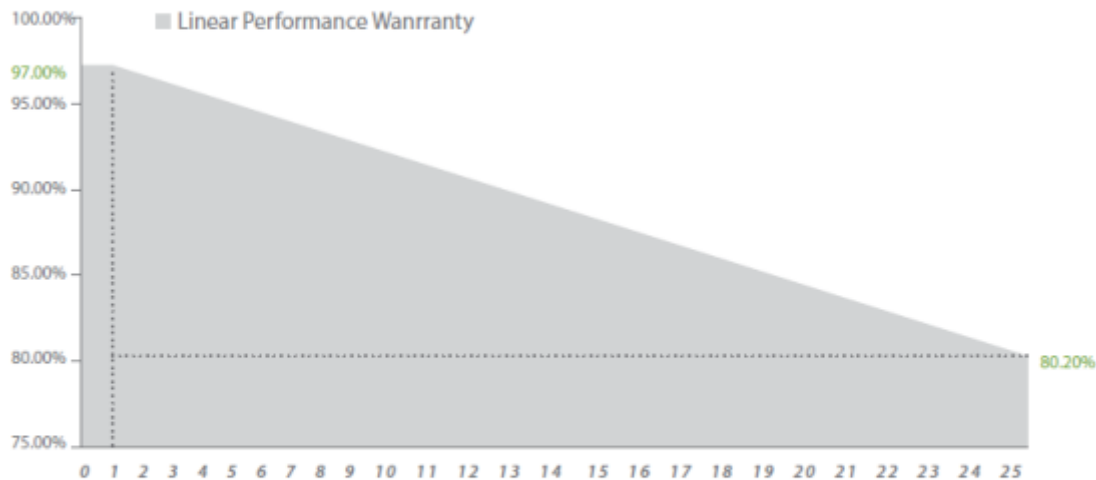


Figura 4 - Gráfico de Eficiência x Anos dos módulos fotovoltaicos.

5.1.3. Inversor

- Modelo: ABB PRO-33.0-TL-OUTD-SX-400
- Temperatura Máxima de Operação sem Perda de Potência: - 25°C... + 60°C
- Máxima Umidade Relativa do Ar: 0-100%
- Tipo de Proteção IP mínimo: IP65
- Tipo de Rede (Conexão): Trifásico
- Tensão da Rede: 380V fase-fase e 220V fase-neutro
- Reconexão depois de uma "desconexão" devido a uma condição anormal da rede: 20 s
- Quantidade mínima de entradas MPPT: 1
- Faixa de Tensão de operação contínua: 580-950 Vdc
- Faixa de frequência de operação contínua: 60Hz ±5Hz
- Fator de Potência: 0,99
- Medições obrigatórias do sistema de monitoramento do inversor
- Monitoramento remoto e monitoramento local via Wireless VSN700 Wifi Logger Card (opt.)

5.1.4. Inversor – (Árvore Solar)

- Modelo: ABB PVI-3.6-TL-OUTD-S
- Temperatura Máxima de Operação sem Perda de Potência: - 25°C... + 60°C
- Máxima Umidade Relativa do Ar: 0-100%
- Tipo de Proteção IP mínimo: IP65
- Tipo de Rede (Conexão): Monofásico

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	10 / 23



- Tensão da Rede: 220V fase-fase e 127V fase-neutro
- Reconexão depois de uma "desconexão" devido a uma condição anormal da rede: 20 s
- Quantidade mínima de entradas MPPT: 2
- Faixa de Tensão de operação contínua: 120-530 Vdc
- Faixa de frequência de operação contínua: 60Hz \pm 5Hz
- Fator de Potência: 0,99
- Medições obrigatórias do sistema de monitoramento do inversor
- Monitoramento remoto e monitoramento local via Wireless VSN300 Wifi Logger Card (opt.), VSN700 Data Logger (opt.)

5.1.5. Estrutura e Fixação

- Tipo do material: Alumínio

5.1.6. Cabos CC

- Tipo do material de isolamento: XLPE
- Tipo do material de cobertura: Halogen-free
- Resistência: Contra radiação UV, ozônio e à absorção de água
- Temperatura de operação (em regime contínuo): -15°C a +90°C

5.1.7. Cabos CA

- Tipo: Cabo concêntrico com isolamento extrudada de cloreto de polivinila (PVC)
- Resistência: Altas temperaturas, chama e produtos químicos
- Temperatura de operação: - 40°C a 120°

5.1.8. Paineis

- Classe de proteção: IP65
- Tipo do material do corpo do painel: Chapa de aço adonizado ABNT 1010 a 1020.

5.1.9. Proteção e Interligação do Sistema

• Será instalado um quadro de proteção (quadro dos inversores) com disjuntores termomagnético após os inversores do sistema de Minigeração e antes da conexão com o QGBT (quadro geral de baixa tensão). No ponto de conexão do sistema com o QGBT será instalado um disjuntor termomagnético em caixa moldada para interligação do sistema com a unidade consumidora (UC).

• As demais proteções exigidas pela Norma NT-010/2016 R-01 da ENEL/CE são garantidas pelos inversores da ABB (Declaração de Conformidade em Anexo A e Anexo B).

• A seletividade de proteção da Minigeração é feita através das proteções iniciais dos inversores ABB UNO-33.0-TL-OUTD dos disjuntores de 80A trifásicos (na saída do inversor) sequenciados do disjuntor trifásico de 400A no QGBT da UC.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	11 / 23



- A proteção da árvore solar será feita através de uma proteção inicial do inversor ABB UNO-3.6-TL-OUTD-S dos disjuntores de 25A monofásico (na saída do inversor) sequenciados do disjuntor monofásico de 32A no QGBT da UC.

- Será instalado no quadro dos inversores, ainda, um Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS) nos condutores fase e neutro da rede AC ligados aos inversores com intuito de proteger os demais componentes do sistema fotovoltaico de surtos de tensão proveniente, principalmente, de descargas atmosféricas.

5.1.10. Ponto de Conexão

- O ponto de conexão dos painéis fotovoltaicos com a UC e o Sistema Elétrico da ENEL será localizado no quadro de geral de baixa tensão da UC.

5.1.11. Proteção de Descargas Atmosféricas

- O sistema será protegido contra descargas atmosféricas com aterramento das estruturas dos suportes das placas solares a rede de aterramento da unidade consumidora.

- Os inversores possuem elementos para proteção contra descargas atmosféricas tanto na entrada de tensão DC como na saída de tensão AC.

5.1.12. Aterramento

- O aterramento será realizado através de um condutor de 120mm² vindo do QGBT até o quadro geral dos inversores e em seguida será instalado um cabo flex verde de 6mm² para aterramento dos módulos e dos inversores.

5.1.13. Estágio Atual do Empreendimento e Cronograma de Implantação

- O campus das Auroras da Unilab não possui nenhum sistema de microgeração/minigeração fotovoltaico instalado.

- A instalação será realizada de acordo com o Cronograma físico no item 6.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	12 / 23



5.1.14. Dimensionamento dos Cabos (Corrente Contínua – CC)

• INVERSOR 01

Nº de condutores Carregados por inversor – 1

Tensão nas Strings – 744 V

Tipo de Condutor – Cabo Solar

Classe de Tensão – 0,9/1,8 kV D.C.

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 65 m

*Potência das Strings – 20 * 330 = 6600W*

$$\text{Corrente (I)} = \frac{6600}{744} \rightarrow (I) = 8,88 \text{ A}$$

Corrente nas Strings – 8,88 A

Cabo Estimado – 6 mm²;

Capacidade de Condução – 53 A (Dados do Fabricante Prysmian);

$$\Delta U = \frac{2 * 8,88 * 65}{56 * 6} \rightarrow \Delta U = 3,436 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{744} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,461 \%$$

O Condutor de 6mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 1%.

• INVERSOR 02

Nº de condutores Carregados por inversor – 1

Tensão nas Strings – 706,8 V

Tipo de Condutor – Cabo Solar

Classe de Tensão – 0,9/1,8 kV D.C.

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 75 m

*Potência das Strings – 19 * 330 = 6270W*

$$\text{Corrente (I)} = \frac{6270}{706,8} \rightarrow (I) = 8,87 \text{ A}$$

Corrente nas Strings – 8,87 A

Cabo Estimado – 6 mm²;

Capacidade de Condução – 53 A (Dados do Fabricante Prysmian);

$$\Delta U = \frac{2 * 8,87 * 75}{56 * 6} \rightarrow \Delta U = 3,959 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{706,8} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,560 \%$$

O Condutor de 6mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 1%.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	13 / 23



- **INVERSOR 03**

Nº de condutores Carregados por inversor – 1

Tensão nas Strings – 744 V

Tipo de Condutor – Cabo Solar

Classe de Tensão – 0,9/1,8 kV D.C.

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 65 m

*Potência das Strings – 20 * 330 = 6600W*

$$\text{Corrente (I)} = \frac{6600}{744} \rightarrow (I) = 8,88 \text{ A}$$

Corrente nas Strings – 8,88 A

Cabo Estimado – 6 mm²;

Capacidade de Condução – 53 A (Dados do Fabricante Prysmian);

$$\Delta U = \frac{2 * 8,88 * 65}{56 * 6} \rightarrow \Delta U = 3,436 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{744} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,461 \%$$

O Condutor de 6mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 1%.

- **INVERSOR 04**

Nº de condutores Carregados por inversor – 1

Tensão nas Strings – 706,8 V

Tipo de Condutor – Cabo Solar

Classe de Tensão – 0,9/1,8 kV D.C.

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 75 m

*Potência das Strings – 19 * 330 = 6270W*

$$\text{Corrente (I)} = \frac{6270}{706,8} \rightarrow (I) = 8,87 \text{ A}$$

Corrente nas Strings – 8,87 A

Cabo Estimado – 6 mm²;

Capacidade de Condução – 53 A (Dados do Fabricante Prysmian);

$$\Delta U = \frac{2 * 8,87 * 75}{56 * 6} \rightarrow \Delta U = 3,959 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{706,8} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,560 \%$$

O Condutor de 6mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 1%.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	14 / 23



- **INVERSOR 05**

Nº de condutores Carregados por inversor – 1

Tensão nas Strings – 669,6 V

Tipo de Condutor – Cabo Solar

Classe de Tensão – 0,9/1,8 kV D.C.

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 85 m

*Potência das Strings – 18 * 330 = 5940W*

$$\text{Corrente (I)} = \frac{5940}{669,6} \rightarrow (I) = 8,87 \text{ A}$$

Corrente nas Strings – 8,87 A

Cabo Estimado – 6 mm²;

Capacidade de Condução – 53 A (Dados do Fabricante Prysmian);

$$\Delta U = \frac{2 * 8,87 * 85}{56 * 6} \rightarrow \Delta U = 4,487 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{669,6} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,670 \%$$

O Condutor de 6mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 1%.

- **INVERSOR 06**

Nº de condutores Carregados por inversor – 1

Tensão nas Strings – 669,6 V

Tipo de Condutor – Cabo Solar

Classe de Tensão – 0,9/1,8 kV D.C.

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 85 m

*Potência das Strings – 18 * 330 = 5940W*

$$\text{Corrente (I)} = \frac{5940}{669,6} \rightarrow (I) = 8,87 \text{ A}$$

Corrente nas Strings – 8,87 A

Cabo Estimado – 6 mm²;

Capacidade de Condução – 53 A (Dados do Fabricante Prysmian);

$$\Delta U = \frac{2 * 8,87 * 85}{56 * 6} \rightarrow \Delta U = 4,487 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{669,6} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,670 \%$$

O Condutor de 6mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 1%.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	15 / 23



- **INVERSOR 07 (Árvore Solar)**

Nº de condutores Carregados por inversor – 1

Tensão nas Strings – 310 V

Tipo de Condutor – Cabo Solar

Classe de Tensão – 0,9/1,8 kV D.C.

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 8 m

*Potência das Strings – $10 * 275 = 2750W$*

$$\text{Corrente (I)} = \frac{2750}{310} \rightarrow (I) = 8,87 \text{ A}$$

Corrente nas Strings – 8,87 A

Cabo Estimado – 4 mm²;

Capacidade de Condução – 42 A (Dados do Fabricante Prysmian);

$$\Delta U = \frac{2 * 8,87 * 8}{56 * 4} \rightarrow \Delta U = 0,633 \text{ V} \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{310} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,204 \%$$

O Condutor de 6mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 1%.

OBS.: O inversor da árvore solar será instalado no próprio caule da árvore.

5.1.15. Dimensionamento dos Cabos e Proteção de Baixa Tensão (Corrente Alternada – CA)

- **INVERSOR 01**

Nº de condutores Carregados por inversor – 3

Tensão – 380V

Fator de Potência – 0,99

Tipo de Condutor – PVC

Classe de Tensão – 0,6/1 kV

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 10 m

Potência do Inversor 01 – 42900W

$$\text{Corrente (I)} = \frac{42900}{\sqrt{3} * 380} \rightarrow (I) = 65,18 \text{ A}$$

Cabo Estimado – 25 mm²;

Capacidade de Condução – 89 A (Tabela 36 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D);

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 65,18 * 10}{56 * 25} \rightarrow \Delta U = 0,806 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{380} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,212 \%$$

Portanto, o condutor de 25mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 3% e disjuntor de proteção deste circuito será de 80A – Trifásico.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	16 / 23



- **INVERSOR 02**

Nº de condutores Carregados por inversor – 3

Tensão – 380V

Fator de Potência – 0,99

Tipo de Condutor – PVC

Classe de Tensão – 0,6/1 kV

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 10 m

Potência do Inversor 02 – 42900W

$$\text{Corrente (I)} = \frac{42900}{\sqrt{3} * 380} \rightarrow (I) = 65,18 \text{ A}$$

Cabo Estimado – 25 mm²;

Capacidade de Condução – 89 A (Tabela 36 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D);

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 65,18 * 10}{56 * 25} \rightarrow \Delta U = 0,806 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{380} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,212 \%$$

Portanto, o condutor de 25mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 3% e disjuntor de proteção deste circuito será de 80A – Trifásico.

- **INVERSOR 03**

Nº de condutores Carregados por inversor – 3

Tensão – 380V

Fator de Potência – 0,99

Tipo de Condutor – PVC

Classe de Tensão – 0,6/1 kV

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 10 m

Potência do Inversor 03 – 42900W

$$\text{Corrente (I)} = \frac{42900}{\sqrt{3} * 380} \rightarrow (I) = 65,18 \text{ A}$$

Cabo Estimado – 25 mm²;

Capacidade de Condução – 89 A (Tabela 36 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D);

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 65,18 * 10}{56 * 25} \rightarrow \Delta U = 0,806 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{380} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,212 \%$$

Portanto, o condutor de 25mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 3% e disjuntor de proteção deste circuito será de 80A – Trifásico.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	17 / 23



- **INVERSOR 04**

Nº de condutores Carregados por inversor – 3

Tensão – 380V

Fator de Potência – 0,99

Tipo de Condutor – PVC

Classe de Tensão – 0,6/1 kV

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 10 m

Potência do Inversor 04 – 42900W

$$\text{Corrente } (I) = \frac{42900}{\sqrt{3} * 380} \rightarrow (I) = 65,18 \text{ A}$$

Cabo Estimado – 25 mm²;

Capacidade de Condução – 89 A (Tabela 36 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D);

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 65,18 * 10}{56 * 25} \rightarrow \Delta U = 0,806 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{380} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,212 \%$$

Portanto, o condutor de 25mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 3% e disjuntor de proteção deste circuito será de 80A – Trifásico.

- **INVERSOR 05**

Nº de condutores Carregados por inversor – 3

Tensão – 380V

Fator de Potência – 0,99

Tipo de Condutor – PVC

Classe de Tensão – 0,6/1 kV

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 10 m

Potência do Inversor 05 – 42900W

$$\text{Corrente } (I) = \frac{42900}{\sqrt{3} * 380} \rightarrow (I) = 65,18 \text{ A}$$

Cabo Estimado – 25 mm²;

Capacidade de Condução – 89 A (Tabela 36 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D);

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 65,18 * 10}{56 * 25} \rightarrow \Delta U = 0,806 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{380} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,212 \%$$

Portanto, o condutor de 25mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 3% e disjuntor de proteção deste circuito será de 80A – Trifásico.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	18 / 23



- **INVERSOR 06**

Nº de condutores Carregados por inversor – 3

Tensão – 380V

Fator de Potência – 0,99

Tipo de Condutor – PVC

Classe de Tensão – 0,6/1 kV

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 10 m

Potência do Inversor 06 – 42900W

$$\text{Corrente (I)} = \frac{42900}{\sqrt{3} * 380} \rightarrow (I) = 65,18 \text{ A}$$

Cabo Estimado – 25 mm²;

Capacidade de Condução – 89 A (Tabela 36 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D);

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 65,18 * 10}{56 * 25} \rightarrow \Delta U = 0,806 \text{ V}; \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{380} * 100 \rightarrow \Delta U = 0,212 \%$$

Portanto, o condutor de 25mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 3% e disjuntor de proteção deste circuito será de 80A – Trifásico.

- **QUADRO GERAL DOS INVERSORES**

Entre os inversores que serão instalados no telhado e QGBT da unidade será instalado um quadro para proteção individual de cada inversor e então o geral deste quadro irá até o QGBT da unidade.

Cálculo de proteção do quadro geral dos inversores:

Nº de condutores Carregados por inversor – 3

Tensão – 380V

Fator de Potência – 0,99

Tipo de Condutor – EPR ou XLPE

Classe de Tensão – 0,6/1 kV

Extensão do inversor para o quadro dos inversores – 80 m

Soma das Potências dos Inversores 01 ao 06 – 257400W

$$\text{Corrente (I)} = \frac{257400}{\sqrt{3} * 380} \rightarrow (I) = 391,08 \text{ A}$$

Cabo Estimado – 240 mm²;

Capacidade de Condução – 481 A (Tabela 37 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D);

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 391,08 * 80}{56 * 240} \rightarrow \Delta U = 4,032 \text{ V} \quad \Delta\% = \frac{\Delta U}{380} * 100 \rightarrow \Delta U = 1,061 \%$$

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	19 / 23



Portanto, o condutor de 240mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 3% e disjuntor de proteção deste circuito será de 400A – Trifásico.

Com isto o Disjuntor Geral de proteção deste quadro será de 400A – Trifásico, do trecho que vai até ao QGBT da Unidade Consumidora.

O Disjuntor Geral que será instalado no QGBT para proteção geral do quadro dos inversores será de 450A.

- **INVERSOR 07 (Árvore Solar)**

Nº de condutores Carregados por inversor – 1

Tensão – 220V

Fator de Potência – 0,99

Tipo de Condutor – PVC

Classe de Tensão – 0,6/1 kV

Extensão do circuito ao QGBT – 30 m

Potência do Inversor 07 – 4680W

$$\text{Corrente (I)} = \frac{4680}{220} \rightarrow (I) = 21,27 \text{ A}$$

Cabo Estimado – 4,0 mm²;

Capacidade de Condução – 32 A (Tabela 36 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D);;

$$\Delta U = \frac{2 * 21,27 * 30}{56 * 4} \rightarrow \Delta U = 5,697 \text{ V}$$

$$\Delta\% = \frac{\Delta U}{220} * 100 \rightarrow \Delta U = 2,59 \%$$

Portanto, o condutor de 4mm² atende aos critérios de capacidade de condução e máxima queda de tensão de 3% e disjuntor de proteção deste circuito será de 25A – Monofásico.

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	20 / 23



6. Estágio Atual do Empreendimento e Cronograma de Implantação do Sistema

- O Campus das Auroras da Unilab não possui nenhum sistema de microgeração/minigeração fotovoltaico instalado.
- A instalação será realizada de acordo com o Cronograma físico abaixo:

ATIVIDADES	Responsável	CRONOGRAMA FÍSICO				
		Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
Celebração de Convênio com a ENEL	ENEL e Consumidor					
Elaboração do projeto e especificação dos materiais e equipamentos	PULSO					
Contratação dos serviços	PULSO					
Aquisição dos materiais e equipamentos (miudezas)	PULSO					
Supervisão e execução do projeto	PULSO					

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	21 / 23



7. Peças Gráficas

A seguir estão listados e apresentados os desenhos referentes ao "Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – Universidade UC: 9009466-2":

Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – Residência UC: 9009466-2	
PRANCHA 01/03	Localização dos Módulos e Planta de Situação.
PRANCHA 02/03	Localização da Árvore Solar.
PRANCHA 03/03	Diagrama Unifilar Geral e de Blocos dos Sistema de Geração e Detalhes.

Fortaleza, 16 de março de 2018

Henrique Tavares Ferreira
Engenheiro Eletricista
RNT/CREA-CE Nº 0891/51428

Henrique Tavares Ferreira, MSc
Eng. Eletricista
CREA. 13.651D

ANEXO A – DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE DO INVERSOR 33 kWp



**BUREAU
VERITAS**

Certificate of compliance

Applicant: ABB Oy Power Conversion
Hiomotie 13
FI-00380 Helsinki
Finland

Product: Photovoltaic inverter

Model: PRO-33.0-TL-OUTD-400
PRO-33.0-TL-OUTD-S-400
PRO-33.0-TL-OUTD-SX-400

Use in accordance with regulations:

The inverters are tested for functional safety, grid protection, specified environmental influences and efficiency. For detailed information, please watch the corresponding test reports.

Applied rules and standards:

IEC 60068-2-1:2007 Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold
IEC 60068-2-2:2007 Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat
IEC 60068-2-14:2009 Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature
IEC 60068-2-30:2005 Damp heat, cyclic (12h+12h cycle)
IEC 60068-2-75:1997 Hammer tests (IEC 62262:2002 – IK code)
IEC 60068-2-78:2012 Test cab: Damp heat, steady state
IEC 61727:2004 Characteristics of the utility interface
IEC 62116:2008 Islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters.
IEC 62109-1:2010 Safety of power converters for use in photovoltaic power systems
Part 1: General requirements
IEC 62109-2:2011 Safety of power converters for use in photovoltaic power system
Part 2: Particular requirements for inverters

At the time of issue of this certificate the safety concept of an aforementioned representative product corresponds to the valid safety specifications for the specified use in accordance with regulations.

Report number: 13TH0463-India
Certificate number: U15-0122
Date of issue: 2015-04-24

Certification body



Dieter Zitzmann

Certification body of Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
Accredited according to EN 45011 - ISO / IEC Guide 65

PMS – UNILAB CAMPUS DAS AURORAS	Revisão:	Título:	Página:
	01-16/10/2017	Projeto Elétrico de Implantação de Central Geradora Fotovoltaica – UC: 9009466-2	23 / 23



ANEXO B – DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE DO INVERSOR 3,6 kWp



Registro Inmetro dos Inversores de String Fotovoltaicos ABB

A **ABB LTDA** informa que todos os inversores fotovoltaicos até 10kW estão devidamente testados conforme as normas:

- **ABNT NBR 16149:2013:** Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição
- **ABNT NBR 16150:2013:** Sistemas fotovoltaicos (FV) — Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição — Procedimento de ensaio de conformidade
- **ABNT NBR IEC 62116:2012:** Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica

Conforme **Portaria Inmetro n°4, de 4 de janeiro de 2011**, complementada pelos critérios estabelecidos na **Portaria Inmetro n°357/2014** e na **Portaria Inmetro n° 17/2016**, seguem abaixo os devidos números de registro:

Modelo	Potência (kW)	Registro Nº
UNO 2.0-I-OUTD-S	2	005942/2015
UNO 2.5-I-OUTD-S	2,5	005941/2015
PVI-3.0-TL-OUTD-S	3	001133/2016
PVI-3.6-TL-OUTD-S	3,6	001134/2016
PVI-4.2-TL-OUTD-S	4,2	001135/2016
PVI-5000-TL-OUTD-S	5	001136/2016
TRIO 5.8-TL-OUTD-S-400	5,8	005943/2015
PVI-6000-TL-OUTD-S	6	001137/2016
TRIO 7.5-TL-OUTD-S-400	7,5	005944/2015
TRIO 8.5-TL-OUTD-S-400	8,5	005945/2015

Link para consulta: <http://www.inmetro.gov.br/registrosobjetos/consulta/Default.aspx?pag=1>

Atenciosamente,


Bruno Monteiro
Solar Product Group Manager

ABB Ltda.

Rod. Senador José Ermirio de Moraes, S/N
CEP 18087-125
Sorocaba – São Paulo – Brasil

Fonte: Pulso Engenharia (2017).

ANEXO C – DATASHEET DO MÓDULO FOTOVOLTAICO



MAXPOWER (1500 V) CS6U-325 | 330 | 335P

Canadian Solar's new 1500 V module is a product for high voltage systems, which can increase the string length of solar systems by up to 50%, saving BOS cost.



KEY FEATURES

- 
 Designed for high voltage systems of up to 1500 V_{DC}, saving on BoS cost
- 
 Excellent module efficiency of up to: 17.23 %
- 
 Outstanding low irradiance performance: 96.0 %
- 
 High PTC rating of up to: 92.18 %
- 
 IP68 junction box for long-term weather endurance
- 
 Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa

25 years linear power output warranty

10 years product warranty on materials and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system
 ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system
 OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / MCS / CE / CEC AU / INMETRO
 UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US)
 UL 1703: CSA
 Take-e-way



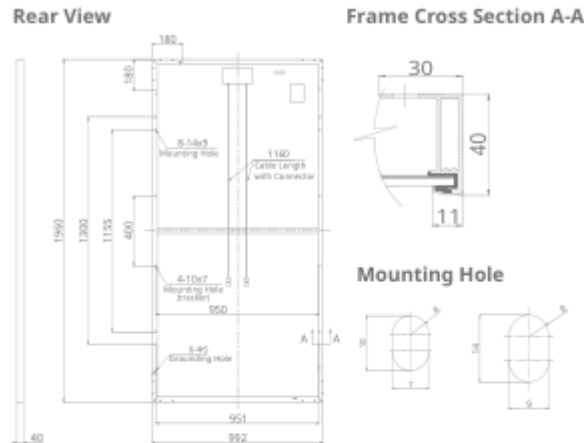
* If you need specific product certificates, and if module installations are to deviate from our guidance specified in our installation manual, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 24 GW deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. is one of the most bankable solar companies worldwide.

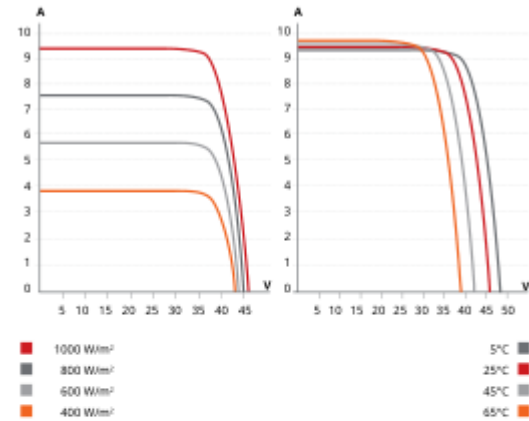
CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6U-330P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS6U	325P	330P	335P
Nominal Max. Power (Pmax)	325 W	330 W	335 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.0 V	37.2 V	37.4 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.78 A	8.88 A	8.96 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.5 V	45.6 V	45.8 V
Short Circuit Current (Isc)	9.34 A	9.45 A	9.54 A
Module Efficiency	16.72%	16.97%	17.23%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1500 V (IEC) or 1500 V (UL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)		
Max. Series Fuse Rating	15 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 - + 5 W		

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	72 (6×12)
Dimensions	1960×992×40 mm (77.2×39.1×1.57 in)
Weight	22.4 kg (49.4 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm² (IEC), 12 AWG (UL), 1160 mm (45.7 in)
Connector	T4 series
Per Pallet	26 pieces, 635 kg (1400 lbs)
Per Container (40' HQ)	624 pieces

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS6U	325P	330P	335P
Nominal Max. Power (Pmax)	239 W	243 W	247 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	34.0 V	34.2 V	34.4 V
Opt. Operating Current (Imp)	7.03 A	7.10 A	7.17 A
Open Circuit Voltage (Voc)	42.4 V	42.5 V	42.6 V
Short Circuit Current (Isc)	7.54 A	7.63 A	7.70 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.40 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	43 ± 2 °C

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Outstanding performance at low irradiance, with an average relative efficiency of 96.0 % for irradiances between 200 W/m² and 1000 W/m² (AM 1.5, 25°C).

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

PARTNER SECTION



CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ANEXO D – DATASHEET DO INVERSOR

Solar inverters

ABB string inverters PRO-33.0-TL-OUTD 33 kW



ABB string inverters cost-efficiently convert the direct current (DC) generated by solar modules into high quality three-phase alternating current (AC) that can be fed into the power distribution network (ie grid). Designed to meet the needs of the entire supply chain – from system integrators and installers to end users – these transformerless, three-phase inverters are designed for de-centralized photovoltaic (PV) systems installed in commercial and industrial systems up to megawatt (MW) sizes.

A new inverter from the world's leading power technology company
ABB, a global leader in power and automation technologies, brings decades of experience, technology leadership and application knowhow from renewable energies to this new string inverter. Such experience and technology ensures high quality, safe and reliable solar inverters are delivered every time.

High power package for de-centralized PV systems

ABB's three-phase PRO-33 string inverter is designed for medium and large de-centralized PV systems either on large-scale commercial and industrial rooftops or ground-mounted PV plants. The inverter offers cost-efficiency in a high power, wall-mountable package with very high conversion efficiency. The all-in-one design with built-in and monitored PV plant protection devices reduces the need of costly external devices.

The single maximum power point tracker (MPPT) and optimized MPPT window are suitable for uniform-shaped PV plants with long strings connected to the inverter. The high maximum DC input voltage of up to 1100 V gives PV plant designers extra flexibility and allows more PV modules to be connected in series to reduce cabling costs.

Highlights

- Compact, high power wall-mountable package
- High maximum DC input voltage of up to 1100 V
- Configurable all-in-one design
- Advanced grid support functions
- Safe and intuitive user interface
- Robust enclosure, with IP65 rating suitable for outdoor installation

ABB string inverters

Configurable all-in-one design

The ABB PRO-33.0 string inverter comes in three product variants. The standard model with or without DC switch is designed for use with an external string combiner box. The all-in-one model with built-in string combiner box includes a DC switch, string current monitoring with alarm, PV fuses, monitored surge protection devices and tool-less solar quick connectors. The inverter's all-in-one design, with built-in and monitored PV plant protection devices, reduces the need of costly external devices.

High total efficiency maximizes return on investment

The PRO-33.0 inverter offers a high conversion and MPP tracking efficiency in all conditions. A flat efficiency curve provides high revenues in low and high radiation conditions.

Fast and easy commissioning

Fast PV plant commissioning is enabled via pre-programmed country grid code settings that are easily selectable. Extensive certification ensures wide grid code compatibility. Plug and Play DC and AC connectors enable fast and safe cabling. A touch protected installation area provides additional safety and comfort for inverter installation and maintenance.



Technical data and type

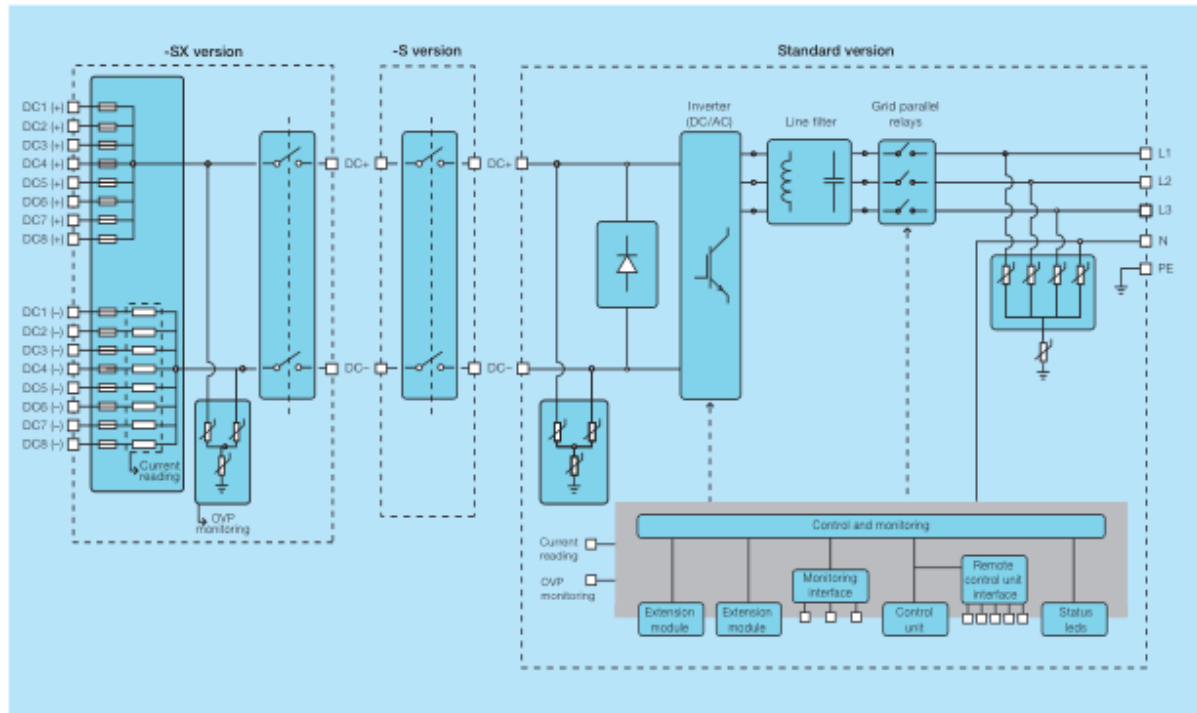
Type designation	33 kW PRO-33.0-TL-OUTD
Input side	
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,DC}$)	1100 V ¹⁾
Startup DC input voltage (V_{start})	610 V
Operating DC input voltage range ($V_{dcrin_V_{dcrmax}}$)	580 to 950 V
Rated DC input voltage (V_{dcr})	580 V
Rated DC input power (P_{dcr})	33 700 W
Number of independent MPPT	1
MPPT input DC voltage range ($V_{MPPTmin_V_{MPPTmax}}$) at P_{dcr}	580 to 850 V
Maximum DC input current ($I_{dcr,max}$) for each MPPT ($I_{MPPT,max}$)	58 A
Maximum input short circuit current for each MPPT	80 A
Number of DC inputs pairs for each MPPT	1 in standard and -S version/8 in -SX version
DC connection type	Tool-less PV connector Phoenix Sunclix on -SX version/screw terminal block on standard and -S version
Input protection	
Reverse polarity protection	Inverter protection only, from limited current source, via short-circuit diode and for fused -SX model when more than 2 strings are connected.
Input over voltage protection for each MPPT - varistor (-/S) version	3
Input over voltage protection - plug in modular surge arrester (-SX version)	3 (Class II)
Photovoltaic array isolation control	According to local standard
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	58 A/1000 V, 50 A/1200 V
Fuse rating (versions with fuses)	15 A/1100 V
Output side	
AC grid connection type	Three phase 3W+PE or 4W+PE
Rated AC power (P_{ac} @cos >0.99)	33 000 W
Maximum apparent power (S_{max})	33 000 VA
Rated AC grid voltage (V_{ac})	400 V
AC voltage range	320 to 480 V ²⁾
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	50.3 A
Contributory fault current	50.3 A
Rated output frequency (f_o)	50 Hz/60 Hz
Output frequency range ($f_{min_f_{max}}$)	47 to 53 Hz/57 to 63 Hz ³⁾
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, with $P_{ac} = 33.0$ kW, adj. ± 0.9 with $P_{ac} = 29.7$ kW, adj. ± 0 to 1 with $S = 33.0$ kVA
Total current harmonic distortion	< 3%
AC connection type	Fixed plug type connector

¹⁾ Inverter does not start >1000 V

²⁾ The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard

³⁾ The frequency range may vary depending on specific country grid standard

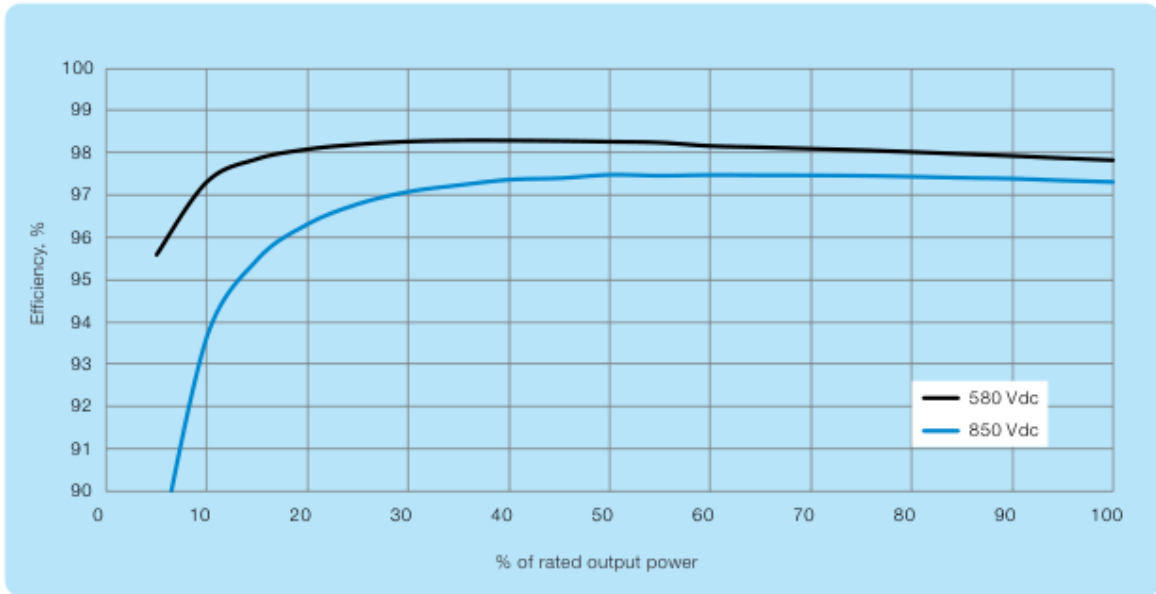
ABB string inverter design diagram



Technical data and type

Type designation	33 kW PRO-33.0-TL-OUTD
Output protection	
Anti-islanding protection	According to local standard
Maximum AC overcurrent protection	50.3 A
Output overvoltage protection - varistor	5
Operating performance	
Maximum efficiency (η_{max})	98.3%
Weighted efficiency (EURO/CEC)	98.0%/98.1%
Night time consumption	< 1 W
Stand-by consumption	< 20 W
Communication	
Remote monitoring	VSN700 Data logger (opt.)
User interface	Detachable graphical display
Environmental	
Ambient temperature range	-25 to +60°C / -13 to 140°F with derating above 45°C/113°F
Relative humidity	0 to 100% condensing
Noise emission	< 67 dB(A) @ 1 m
Maximum operating altitude without derating	2000 m/6560 ft
Physical	
Environmental protection rating	IP 65 (IP54 fans)
Cooling	Forced
Dimension (H x W x D) mm/inch	740 x 520 x 300 mm/29.1" x 20.5" x 11.8"
Weight kg/lb	< 66.0 kg/146 lb (standard version)
Mounting system	Wall bracket
Safety	
Isolation level	Transformerless
Marking	CE, RCM mark
Safety and EMC standard	EN 62109-1, EN 62109-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12
Grid standard (check availability)	CEI 0-21, CEI 0-16, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, G59/3, VDE 0126-1-1/A1 VFR2014, PPC Greece, MEA, PEA, IEC 61727, IEC 62116, EN 50438, AS4777/AS3100, RD1699/RD661 (check from sales for additional grid standards)
Available product variants	
Standard	PRO-33.0-TL-OUTD-400
With DC switch	PRO-33.0-TL-OUTD-S-400
With DC switch, fuses and DC surge arresters	PRO-33.0-TL-OUTD-SX-400

Efficiency curves of PRO-33.0-TL-OUTD



3AJU4000164968 REV B EN 5.11.2014 #17315

Accessories

- User friendly data logger with web interface for commissioning and monitoring portal for viewing the assets performance
- IO module for programmable relay output
- Warranty extensions

Support and service

ABB supports its customers within dedicated, global service organizations in more than 60 countries and strong regional and national technical partner networks providing a complete range of life cycle services.

For more information please contact your local ABB representative or visit:

www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

© Copyright 2014 ABB. All rights reserved.
 Specifications subject to change without notice.



VSN700 Data Logger and web user interface